

令和2年度

卒業研究概要集 第 41 号

修士論文概要集 第 11 号



2021 年 3 月

大同大学 工学部 建築学科 土木・環境専攻

大同大学大学院 工学研究科 都市環境デザイン学専攻

卒業研究概要集 第 41 号

－ 第 43 期卒業生 －

令和2年度 卒業研究概要集 目次

氏 名	卒研タイトル	所属	頁
石川 雄大	居心地の良い街路の評価方法に関する研究	嶋田	嶋田-1,2
丹下 まさみ	ニューノーマル社会における都市公園のあり方に関する研究		嶋田-3,4
今井 生我	生活道路における交差点ハンプの速度抑制効果の分析 ～一宮市多加木地区の複数交差点ハンプを事例として～		嶋田-5,6
水野 貴護	生活道路における交差点ハンプの利用特性効果の分析 ～一宮市多加木地区の車両挙動の観点から～		嶋田-7,8
田口 暁大	生活道路における連続型ハンプの速度抑制効果の検討 ～2地区の比較を通して～		嶋田-9,10
岡本 奏太	生活道路における連続型ハンプの利用特性変化の検討 ～2地区の比較を通して～		嶋田-11,12
塚原 純輝	生活道路の交通安全対策導入における実証的検討 ～名古屋市南区を事例として～		嶋田-13,14
杉山 搭子	コミュニティバス情報のGTFS化の活用に関する実証的検討 ～愛知県東海市を事例として～		嶋田-15,16
鈴木 貴登	自転車通行空間の利用率向上に向けたバンドワゴン効果の実験		嶋田-17,18
水野 佑香	運転免許返納後の生活等に与える影響要因と対策課題の検討		嶋田-19,20
戸松 将典	家庭系ペットボトル及びプラスチックごみの処理に関する考察	堀内	堀内-1,2
渡邊 真人	アンケートによるプラスチックごみ問題の意識調査		堀内-3,4
橋本 和樹	食品廃棄物となるトウモロコシの炭化材による重金属廃水処理		堀内-5,6
飯田 貴	納豆菌と杉木材を用いた水質浄化材の開発と浄化能の評価		堀内-7,8
久江 省吾	もみ殻を用いた重金属廃水処理に関する実験的研究		堀内-9,10
福島 亮	天白川中下流部の水質変化に関する観測的研究		堀内-11,12
船橋 昂希	ノラネコ問題の調査と地域猫活動の実現性に関する考察		堀内-13,14
山口 森太郎	乳酸菌を用いたヘドロの浄化による堀川の水質改善		堀内-15,16
和西 祐希	オンラインアンケートによる新型コロナウイルス感染症に対するリスク認知の評価 ～若年層と高齢層のリスク認知の違いに注目して～		堀内-17,18
永富 有夢留	新型コロナウイルス(COVID-19)に対する商業施設の対策に関する調査		堀内-19,20
坂谷 瑠哉	住民力を踏まえた公共交通システム検討のための地域評価 ～愛知県刈谷市を対象として～	樋口	樋口-1,2
八尾 拓真	長久手N-バスにおける高齢者利用促進に向けた支援ツールの検討		樋口-3,4
前田 伊吹	地方都市における交通費用格差是正に向けたタクシー定額料金の試算		樋口-5,6
中川 圭真	パーソナルモビリティを利用したらく乗りプロジェクトの運用評価		樋口-7,8
近藤 峻太	パーソナルモビリティの通行阻害要因の抽出と簡易計測法の検討		樋口-9,10
加藤 太一	2026年アジア大会競技場への障がい者のアクセス性評価		樋口-11,12
大原 陸渡	車いすユーザーが安心して外出するための情報の質に関する基礎的研究		樋口-13,14
内木 滉太	名古屋市南区を対象とした高齢者が住みやすい地域評価		樋口-15,16
間瀬 雄紀	柴田小学校区における住民の避難想定と共助体制の評価		樋口-17,18
松田 正太郎	共同配送検討プロセス手法に関する研究		樋口-19,20
新城 ユウイチ	生活道路における事故発生空間の識別に向けた画像解析		樋口-21,22

氏 名	卒研タイトル	所属	頁
亀山 凌汰	地下埋設物を有する建物直下の油汚染地盤の浄化	棚橋	棚橋-1～4
清水 康裕			
安藤 翔			
木本 勇太	DEEP2D土槽を用いた機械油汚染地盤の非掘削浄化		棚橋-5～8
田島 仁平			
井澤 快仁	動水勾配流を用いた界面活性剤による機械油汚染地盤の浄化		棚橋-9～12
木村 友哉			
大橋 将志	食用油を用いた機械油汚染地盤の非掘削浄化		棚橋-13～16
半田 瑞輝			
安部 友規	界面活性剤の化学特性に着目した機械油汚染土の浄化		棚橋-17～20
角間 崇			
河内 聖	矢作川干潮域におけるワンド・クリークの環境と形成	鷺見	鷺見-1,2
岡本 巧汰	矢作川河口部における施工干潟の洗堀と河床変動に関する研究		鷺見-3,4
岡田 虎太郎	矢作川河口干潟再生による地形・地質変化		鷺見-5,6
西 達也	砂防ダムの滝落ちにおける滝壺の形状に関する実験的研究		鷺見-7,8
平野 壱弥	滝壺の空気巻き込みによる温度変化に関する研究		鷺見-9,10
有本 周平	滝落ち周りの空気の流れに関する実験的研究		鷺見-11,12
熊谷 彰人	滝周辺における空気循環の実験的研究		鷺見-13,14
吉川 諒	津屋川周辺の自噴井と湧水の水質への影響要因に関する研究		鷺見-15,16
近藤 弘基	タンクモデル法を使用した津屋川流域の流出解析		鷺見-17,18
野々村 勇紀	津屋川湧水地の冠水特性に関する研究		鷺見-19,20
原川 涼太郎	プロスポーツチームと文化・観光の連携が地域活性化にもたらす効果に関する調査	木全	木全-1,2
清水 寛都	地域都市がプロスポーツチームで地域活性化を図る優位性に関する調査		木全-3,4
田村 青葉	プレストレストコンクリートの優位性の鍵となる点検や予防保全に関する調査		木全-5,6
澤井 友哉	防災における無電柱化の重要性に関する調査		木全-7,8

令和2年度 卒業研究 最優秀/優秀研究賞

<最優秀研究賞>

(本誌掲載順)

氏 名	卒 業 研 究 題 目	指導教員
安部 友規	界面活性剤の化学特性に着目した機械油汚染土の浄化	棚橋

<優秀研究賞>

(本誌掲載順)

氏 名	卒 業 研 究 題 目	指導教員
石川 雄大	居心地の良い街路の評価方法に関する研究	嶋田
田口 暁大	生活道路における連続型ハンプの速度抑制効果の検討 ～2地区の比較を通して～	嶋田
水野 佑香	運転免許返納後の生活等に与える影響要因と対策課題の検討	嶋田
船橋 昂希	ノラネコ問題の調査と地域猫活動の実現性に関する考察	堀内
前田 伊吹	2026年アジア大会競技場への障がい者のアクセス性評価	樋口
加藤 太一	地方都市における交通費用格差是正に向けたタクシー定額料金の試算	樋口
大橋 将志	食用油を用いた機械油汚染地盤の非掘削浄化	棚橋
熊谷 彰人	滝周辺における空気循環の実験的研究	鷺見

居心地の良い街路の評価方法に関する研究

A17307 石川 雄大

指導教員 嶋田 喜昭

1. はじめに

国土交通省では、2019 年 6 月に街路や公園の居心地の良さを測るためのガイドラインとして「まちなかの居心地の良さを測る指標」（以下、「まちなか指標」）が策定され、全国でウォーカブルなまちなかを形成する動きがみられる。しかし、まちなか指標は、「居心地の良さ」という項目が中心であり、4 段階尺度が多く調査員の主観的な評価となることが問題といえる。

そこで本研究では、まちなか指標とは異なる、街路レベルの項目を導入した客観的な評価ができる指標（以下、「独自指標」）を作成する。そして、名古屋市内の主な街路を対象に現地調査を行い、まちなか指標と独自指標それぞれで街路の評価を行うことで、評価方法の改善や、新たな評価方法を提案することを目的とする。

2. 現地調査の概要

対象街路において交通流調査と踏査を行った。調査概要は表-1 に示す通りである。交通流調査では、ビデオカメラを用いて歩行者の様子を撮影と、各地点人員を配置し、交通量の計測を行った。踏査では、ウェアラブルカメラを頭に装着し、街路の様子を撮影した。

3. 「まちなか指標」を用いた評価

まちなか指標での評価は、主に踏査の際に撮影した動画を用いて、各調査票の項目に回答し、回答したデータを国が提示した分析ツールに入力し、集計を行った。回答の方法は、まちなか指標の調査ステップを参考に図-1 の通りとした。通行者についての項目は、調査ステップにおいて、調査の中間に行うこととなっているため、本研究では、交通流調査で撮影した動画から、調査時間の中間である 15 時 30 分からの 3 分間の交通量を集計した。

評価の結果、滞在について、全体的に滞在スペースが少なくと感じ、課題であると考え。また、星ヶ丘の評価では、滞在についての評価が高く、総合でも高い得点を出していることから、この指標は「居心地の良さ」が中心の指標であると考え。

4. 「独自指標」を用いた評価

4-1 独自指標の提案

独自指標では、歩行者が通行しやすい空間の機能であるリンク機能と人々が滞在・交流しやすい空間の機能であるプレイス機能の 2 つの視点から得点化し、街路評価を行う。リンク機能として、有効歩道幅員を用い、各街路の値を最小値 0、最大値 1 となるように標準化を行い、これをリンク得点とする。なお、歩きやすさについて、歩行空間のサービスレベルを用いて評価を行う。プレイス機能として、街路形態の密度と人々の活動の密度から評価を行う。各項目の形態密度や滞在者・歩行者活動密度を集計し、各密度をリンク得点の算出と同様に標準化を行い、それぞれファニチャー得点、アクティビティ得点とする。リンク得点、ファニチャー得点、アクティビティ得点を用いて、街路の現状を一目で評価するための街路レベルを作成する。

4-2 リンク機能とプレイス機能それぞれの評価

歩きやすさの評価の結果、ほぼ全ての街路において、自由歩行が可能であることが分かった。また、歩行速度と歩行者密度の関係性について分析を行った。全街路の 5 分間の平均空間速度と歩行者密度を用いて、

表-1 調査概要

調査日時	9月下旬～10月中旬
	平日15:00～16:00
調査場所	今池駅周辺歩道（今池）
	大津通矢場町側歩道（大津通）
	栄地区NHK名古屋前歩道（栄NHK前）
	星ヶ丘テラス周辺歩道（星ヶ丘）
	伏見通丸の内側歩道（伏見通）
	桜通丸の内側歩道（桜通丸の内側）
調査方法	桜通久屋大通駅側歩道（桜通久屋大通駅側）
	交通流調査：歩行者の様子を撮影、 交通量の計測 踏査：街路空間の様子を撮影

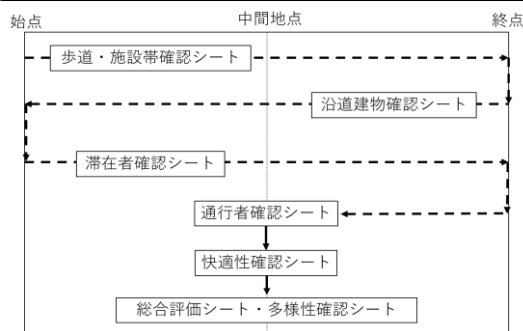


図-1 まちなか指標の調査票回答順番²⁾

図-2 のように分析を行った。歩行速度と歩行者密度に関係性は見られなかった。これは、全体的に歩行者密度が小さく、自由歩行ができていることが考えられる。

プレイス機能の評価について、ファニチャー得点は星ヶ丘をはじめ、桜通丸の内側や栄 NHK 前などが高く、植栽や街路樹の数が多いほど、得点が高くなっていると考えられる。アクティビティ得点は、星ヶ丘や大津通の点数が高い結果となった。この 2 地点は、歩行者交通量が多く、会話を行う人が多かったことが要因だと考えられる。

4-3 街路レベルの作成

リンク機能とプレイス機能の評価で算出したリンク得点とファニチャー得点とアクティビティ得点を用いて、各 2 次元のマトリクス図を作成し、街路レベルとして評価を行った。マトリクス図は数値が 5 等分に分けることができる点から、5×5 のマトリクス図とした。また、リンク機能とプレイス機能の総合評価を図-3 に示す。

総合的な評価は、3 つの得点で高い点数を出した大津通が高いレベルであると考えられる。栄 NHK 前や桜通丸の内西側は、まちなか指標におけるプレイス関係の評価は低い方であったが、本指標では、前述の通り、植栽や街路樹が評価に関わっているため、これら個数が多かったことから、街路レベルが高いと考えられる。

4-4 まちなか指標と独自指標の比較

評価方法について、まちなか指標と独自指標の比較を行った。まちなか指標では、歩きやすさの評価について、交通量は年代や笑顔度、散歩度などを分けただけで、歩きやすさについては街路の整備状況や環境から 4 段階評価を行ったのみである。また、活動やハード環境については、有無の確認や 4 段階の回答のみであり、主観的な評価が目立った。独自指標ではリンク機能の評価により、交通量から算出した歩行者密度や幅員などから歩きやすさの評価を行った。また、プレイス機能の評価については活動を行っている人数や、設備の個数から評価を行ったことから、独自指標では、ある程度客観的な評価を行うことができたと考えられる。

5. おわりに

本研究では、街路を客観的に評価するための独自指標を提示した。独自指標については、歩きやすさについてのリンク機能と、街路形態や活動などについてのプレイス機能からマトリクス図を作成し、街路レベルから評価を行うことができた。しかし、本研究の独自指標では、相対評価で行っているため、全ての街路に対応した評価は行うことはできないことが考えられる。今後の課題として、全ての街路に対応できるように、絶対評価で行えるような指標を作成することが考えられる。また、より良い街路評価のために、リンク機能プレイス機能それぞれの項目に基準を設けることが必要だと考える。

参考文献

1) 国土交通省：まちなかウォーカブル推進プログラム（令和 2 年度予算決定時点版），2019. 2) 国土交通省都市局まちづくり推進課：「まちなかの居心地の良さを測る指標（案）」調査要領，2020. 3) 国土交通省都市局，道路局：ストリートデザインガイドライン—居心地が良く歩きたくなる街路づくりの参考書—，2020.

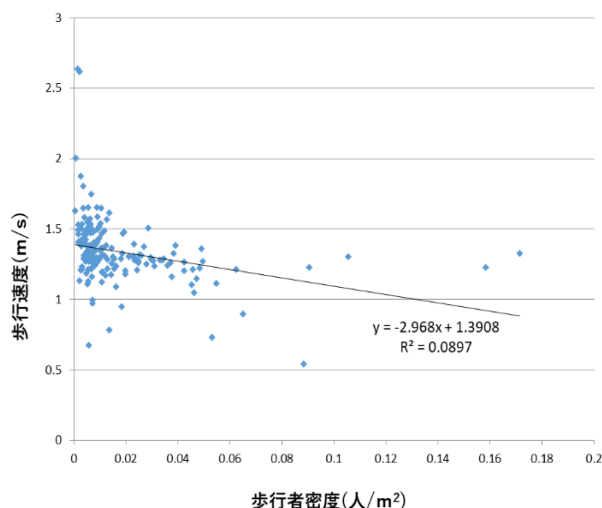


図-2 歩行者密度と歩行速度の関係性

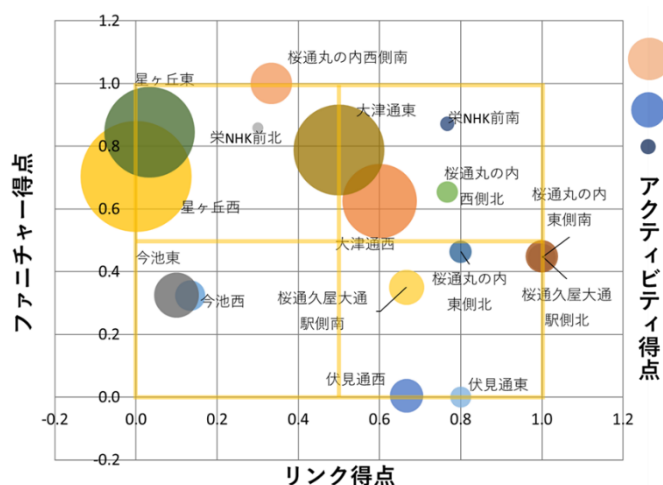


図-3 リンク機能とプレイス機能の総合評価図

ニューノーマル社会における都市公園のあり方に関する研究

A17335 丹下 まさみ

指導教員 嶋田 喜昭

1. はじめに

近年、都市公園は、施設の老朽化や地方自治体の財政難の影響などにより、その魅力を十分に発揮できていないものも散見されている。一方で、2020 年は新型コロナウイルス感染症の流行により新たな生活様式「ニューノーマル」が取り上げられるようになった。

本研究では、With/Post コロナのニューノーマル社会における都市公園の整備・活用のあり方を検討するために、WEB アンケートを実施し、現在の公園利用の状況や都市公園の整備等に関する意識を調査し、今後の公園設計に向けた提言を行うことを目的とする。

2. WEB アンケートの概要

COVID-19 の流行している全国の大都市（東京 23 区、横浜市、大阪市、名古屋市、札幌市、福岡市）における 18 歳以上の住民を対象として、今後の都市公園の整備等のあり方を検討するために、WEB アンケートを 2020 年 11 月に実施した。楽天インサイト株式会社に調査を依頼し、有効票 400 票を回収した。表-1 に設問の概要を示す。

3. 単純集計結果

回答者の性別、年齢、居住地域については、あらかじめほぼ均等になるように依頼した。職業と家庭における小学生以下の子供と犬の有無については、「正社員・正職員」と、「子供・犬共にいない」と回答した人が最も多くなっている。回答者属性は表-2 のとおりである。

公園の利用頻度について、「(ほとんど／まったく) 利用しない」との回答が 40%で最も多く、その理由としては「利用する目的がない」との回答が最も多く約 80%、次いで「近くにない」「時間がない」との回答が多くみられる。利用時間や距離の意識については、「どちらも特に気にしない」との回答が 20%を占めている。

公園での行為の許容度について、結果を図-1 に示す。図内の m の数値は、許容できる順に 1～5 に点数化して加重平均とったものである。平均値が 2.5 を下回る「飲酒」「喫煙」「バーベキュー」「電動キックボード」「花火」は、一般的に受け入れられがたいということがわかる。

公園の施設の必要度について、結果を図-2 に示す。同様に必要度が高い順に加重平均をとっている。平均値がおよそ 4 を超えた「トイレ」「ベンチ（複数人用）」「水飲み場、手洗い場」「照明（増設）」「エマージェンシーコール機器」「花壇」「ゴミ箱」は、必要だと感じている人が多いことがわかる。ゴミ箱の設置は、家庭ごみの持ち込みなどの問題から設置しない公園も近年多くみられるが、今回の結果から多くの利用者は必要だと感じているということがいえる。

商業施設の希望について、「カフェ」と回答した人が 61%で最も多く、次いで「コンビニ」が 54%を占めている。また、「商業施設はいらない」との回答は、14%である。芝生の維持管理については、「やむを得ない・仕方ない」との回答が 30%、「もう少し税金を減らす工夫が必要である」が 25%、「税金がかかるなら整備しないでほしい」が 12%である。

表 - 1 設問概要一覧

回答者属性	
Q1	職業
Q2	家庭における子供と犬の有無
利用状況	
Q3	利用頻度
Q4	同伴者
Q5	利用目的
Q6	利用時間や人との距離の意識
Q7	利用しない理由
今後の公園整備・活用	
Q8	行為の許容度
Q9	施設の必要度
Q10	商業施設の希望
Q11	広場の整備
Q12	芝生の利用方法
Q13	芝生の維持管理

表 - 2 回答者属性

性別	票数	比率
男性	200	50.0%
女性	200	50.0%
年齢	票数	比率
18-29歳	100	25.0%
30-49歳	100	25.0%
50-64歳	100	25.0%
65-99歳	100	25.0%
居住地域	票数	比率
東京都23区内	70	17.5%
横浜市	64	16.0%
大阪市	69	17.3%
名古屋市	70	17.5%
札幌市	61	15.3%
福岡市	66	16.5%
職業	票数	比率
正社員・正職員	172	43.0%
無職	58	14.5%
専業主婦・専業主夫	53	13.3%
パート・アルバイト	41	10.3%
契約・派遣・嘱託社員	30	7.5%
自営業・自由業・家庭内職	24	6.0%
大学生・大学院生	15	3.8%
経営者・役員	7	1.8%
子供と犬の有無	票数	比率
小学生以下の子供× 犬×	319	79.8%
乳幼児○ 犬×	31	7.8%
小学生以下の子供× 犬○	29	7.3%
小学生○ 犬×	10	2.5%
乳幼児○ 犬○	9	2.3%
小学生○ 犬○	2	0.5%

4. 関連性分析

回答者属性と主な設間における関連性をみるために、クロス集計分析及びコレスポネンズ分析を行った。

まず、クロス集計分析（カイ二乗検定）を行った結果を表-3に示す。これより、居住地域によって主な設間の回答には有意差がみられないことがわかる。

性別にみた時間および距離の意識については男性、職業別にみた時間および距離の意識については大学生・大学院生が、意識が低い傾向にある。性別にみた利用目的については、公園のトイレを利用するのはほぼ男性ということがわかる。

次に、属性と行為の許容度、施設の必要度についてコレスポネンズ分析を行ったところ、18 - 29 歳の人と、大学生・大学院生は電動キックボードを許容する傾向がみられる。

5. 提言

以上の結果から、今後の都市公園のあり方として次のような事が挙げられる。

- 1) 芝生の維持管理等に対し改善を求める意見の多さや、商業施設を拒否する声の少なさから、また利用目的のない人の目的の発掘のため、P-PFIを積極的に取り入れ民間活用をする。
- 2) 近くにないから利用しないとの意見の多さから、地域内における基準にのっとった適切な公園の配置をする。
- 3) コロナ禍でも距離を気にしないとの意見の多さから、芝生広場等でオープンスペースを確保し、公園内の距離をとった整備をする。
- 4) エマージェンシーコールが必要だという意見の多さや、トイレの利用のほとんどが男性だということから、防犯対策の基準を改める。
- 5) 受け入れられがたい「バーベキュー」や「電動キックボード」などの行為を一律禁止にするのではなく、都市公園法の改正を利用し、地域にあった行為の許容を協議会で話し合うことで、オープンスペースの多様化を図る。

6. おわりに

本研究では、WEB アンケートにより人々の公園利用の状況や意識について調査し、提言を行った。

今後の課題として、まだ設計に直接に用いやすいような形での提言は行えていないので、防災装置も踏まえたニューノーマル社会に対応した設計基準の検討が必要であると考えます。

参考文献

- 1) 国土交通省：芝生を活用したまちなか空間の創出ガイドライン,2020.
- 2) 国土交通省：新型コロナ危機を踏まえたまちづくりの方向性,2020.

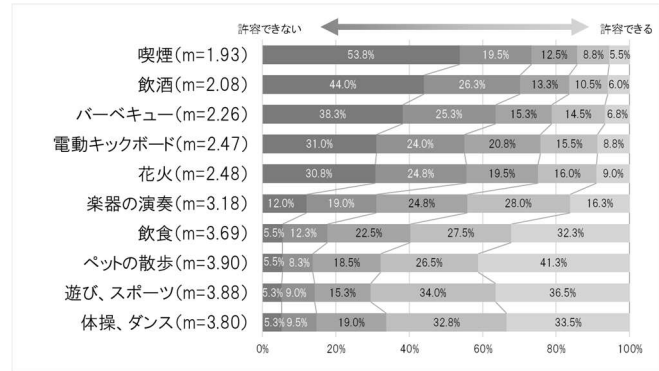


図 - 1 行為の許容度

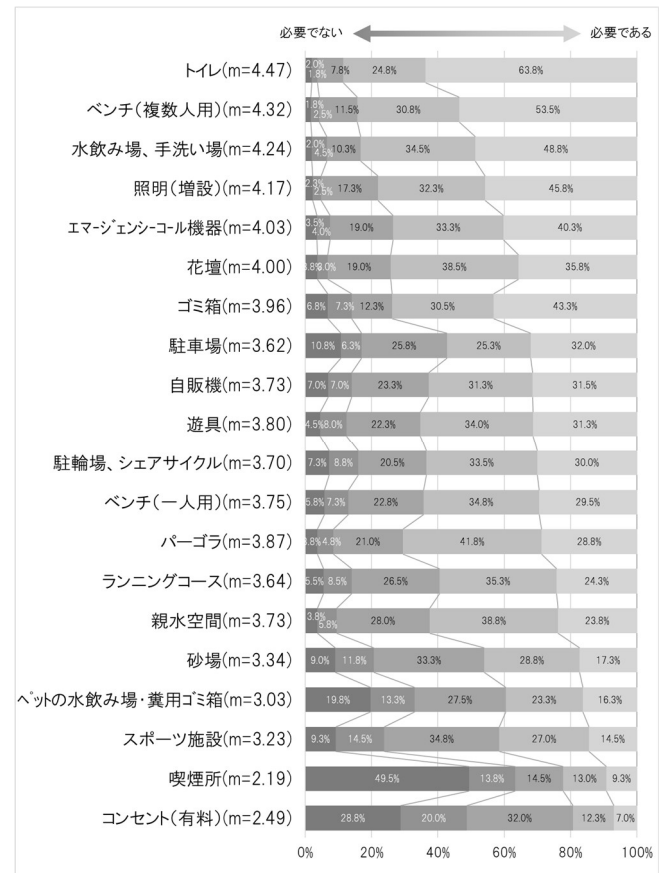


図 - 2 施設の必要度

表 - 3 クロス集計表 (P 値)

	性別	年齢	居住地域	職業	子供と犬の有無
利用頻度	0.044	0.010	0.951	0.120	0.000
同伴者	0.029	0.000	0.120	0.007	0.000
利用目的	0.000	0.032	0.438	0.132	0.000
距離や時間	0.019	0.497	0.824	0.027	0.110
利用しない理由	0.779	0.111	0.270	0.634	0.013
商業施設	0.000	0.000	0.284	0.003	0.000
広場の整備	0.493	0.044	0.062	0.337	0.374
芝生の利用方法	0.004	0.015	0.981	0.987	0.000
芝生の管理	0.054	0.880	0.818	0.971	0.126

:5%有意

:1%有意

生活道路における交差点ハンプの速度抑制効果の分析 ～一宮市多加木地区の複数交差点ハンプを事例として～

A17308 今井 生我

指導教員 嶋田 喜昭

1. はじめに

我が国での交通事故死者数は、減少傾向にあり、令和元年は昭和 23 年以降の統計で過去最少を記録した。しかしながら、国道や都道府県道などの幹線道路と比較して、車道幅員 5.5m 未満の生活道路は死傷事故件数の減少割合が小さい。その一因として生活道路へ流入する通過交通があり、その対策が課題となっている。

一宮市多加木地区の生活道路では、通過交通対策として二つの交差点ハンプが導入された(図-1)。多加木地区は一宮 IC の北西に位置し、南側には名神高速道路、東側には名古屋高速がある。対象道路は、県道 190 号線と県道 166 号線を東西方向に結ぶ役割を担っている。特に通勤、通学の時間帯は県道等の幹線道路の混雑を避けるために多くの人がこの生活道路をおり、交通事故発生件数も少なくない。

本研究では、対象道路における交差点ハンプ設置前後(以下、事前事後)の交通観測映像データを用いて各交差点ハンプの通過時間、交差点ハンプ間の旅行速度を分析し交差点ハンプの設置効果について検討する。

2. 映像データの概要

交通観測映像データは表-1 に示された条件で撮影され、一宮市から提供していただいたものである。対象道路は東西方向に延びる道路のため、東進と西進の車両(普通車、自動二輪)を本研究の対象とした。交差点ハンプ設置前後の様子は写真-1 に示すとおりである。

3. 計測方法

事前事後の映像を View Reader (株式会社道路計画) を用いて通過時間、旅行速度を計測した。東進、西進共に進行方向手前の停止指導線に車両の前輪が差し掛かったところから、進行方向奥側の停止指導線に車両の後輪が差し掛かるまでの時間をコマ送りしながら速度を集計した。尚、停止指導線間は東側ハンプが 9.0m、西側ハンプが 15.7m である。速度を算出するための平均的なホイールベース長(前輪の中心と後輪の中心間の距離)は普通車を 2.7m、自動二輪を 1.4m として用いた。

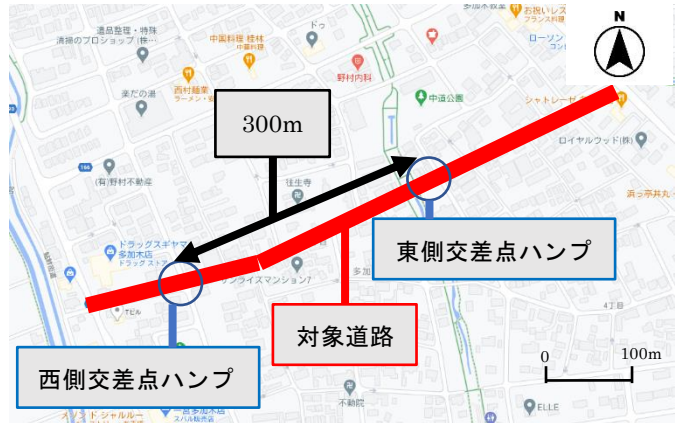


図-1 交差点ハンプ設置箇所

表-1 交通観測映像データの概要

	事前	事後
撮影日時	2019年11月7日(木)	2020年3月17日(火)
撮影時間	朝 7時～9時 昼 11時～13時 (計4時間)	朝 7時～9時 昼 11時～13時 (計4時間)
天候	晴	晴

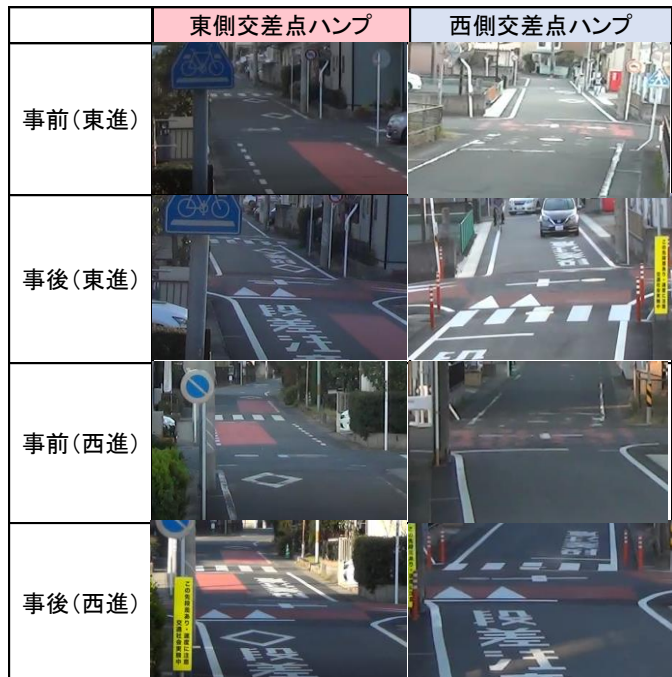


写真-1 交差点ハンプ設置前後の様子

4. 事前事後の分析

(1) 東側交差点ハンプの通過時間

事前事後の東側交差点ハンプにおける平均通過時間について多重比較分析を行ったものを図-2に示す。交差点の通過時間は事後の方が事前と比べて有している。東進方向は通過時間の増加率が小さい。これは、東進方向は運転手の視覚に信号が見えるからであると思われる。有意差も発生しているので、通過時間に変化が見られたのは偶然ではない可能性が非常に高い。以上より、東側交差点でのハンプ設置効果はかなりあったといえる。

(2) 西側交差点ハンプの通過時間

事前事後の西側交差点ハンプにおける平均通過時間について多重比較分析を行ったものを図-3に示す。交差点の通過時間は事後の方が有している。また、朝の方が通過時間が短いので、遅刻してはいけないという心理が働いている可能性がある。しかし、有意差が見られないため、交差点ハンプの設置によって通過時間が変化したという確信は持てない。東進は信号が近く、加速しきる前に交差点に差し掛かるので、西進に比べて通過時間を有している。以上より、西側交差点でのハンプ設置効果は多少あったと言える。

(3) 交差点ハンプ間の旅行速度

事前事後の交差点ハンプ間における平均旅行速度について多重比較分析を行ったものを図-4に示す。交差点ハンプ間の平均旅行速度は全体的には事後の方が遅くなっているが、30km/h以下にはなっていない。また、この生活道路はゾーン30区間であるため、この結果は望ましくない。速度が大きく落ちなかった理由として交差点ハンプで落ちたスピードを取り戻すためにハンプ間で通常時よりもアクセルを踏んでいる可能性が考えられる。以上より、交差点ハンプ間におけるハンプ設置効果はほとんどないと言える。

5. おわりに

本研究では、一宮市多加木地区の生活道路を対象に交差点ハンプ設置前後において各交差点ハンプの通過時間、交差点ハンプ間の旅行速度の観点から比較分析を行った。その結果、各交差点ハンプでは有意差が見られる場合もあり、交差点ハンプ間では有意差が見られなかった。ハンプ間は300mであったため、100m毎に区切るなどした場合には速度が落ちていた可能性も考えられる。ハンプ間は映像では映っていない箇所もあったので見えない部分での譲り合いなどを除いた場合も行うべきだと感じた。何度も交差点ハンプを走行すると、どうしても慣れが生じてしまうためハンプ設置から一年後と比較して、持続効果を分析すべきだと感じた。

参考文献

- 1) 国土交通省 道路局 環境安全・防災課 道路交通安全対策室 生活道路について
～生活道路の交通安全の確保に向けた取組～

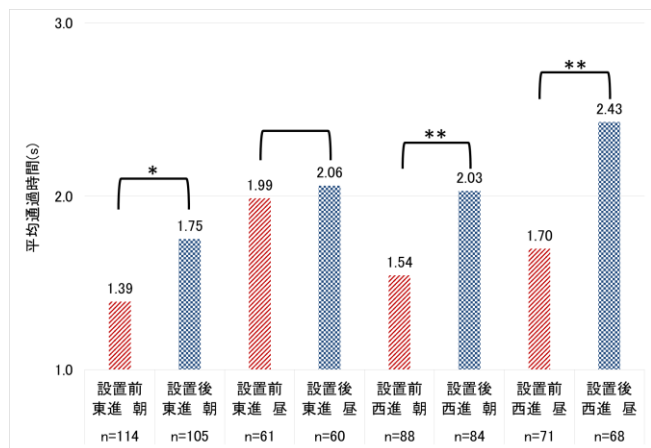


図-2 東側交差点ハンプにおける平均通過時間の比較

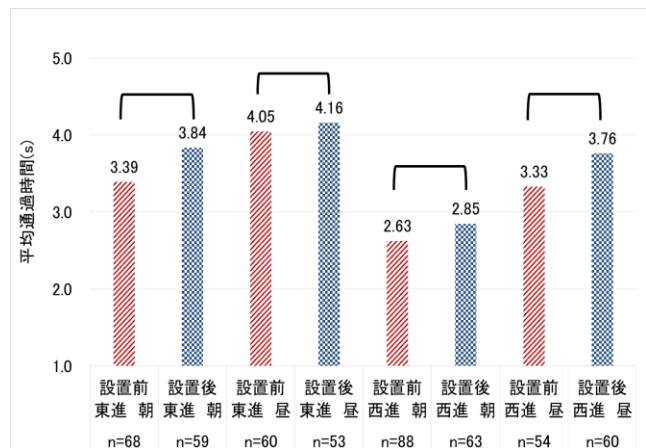


図-3 西側交差点ハンプにおける平均通過時間の比較

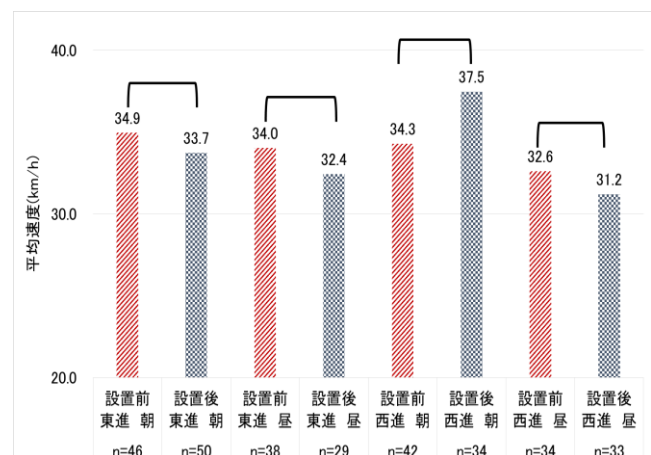


図-4 交差点ハンプ間における平均旅行速度の比較

生活道路における交差点ハンプの利用特性効果の分析 ～一宮市多加木地区の車両挙動の観点から～

A17354 水野 貴護

指導教員 嶋田 喜昭

1. はじめに

わが国の交通事故件数は年々減少傾向にあるが、幹線道路に比べ生活道路における減少割合は小さい。その一因として、幹線道路の渋滞回避等による生活道路への流入車両（抜け道交通）が指摘されており、その対策が課題となっている。

本研究は、愛知県一宮市多加木地区の生活道路において抜け道交通対策として設置された複数の交差点ハンプを対象に、設置前後における交通流観測映像データを用いて、車両挙動の観点から利用特性の効果について分析することを目的とする。

2. 交通流観測映像データの概要および

計測方法と分析概要

(1)映像データの概要

対象道路において、一宮市が 2019 年 11 月 7 日（木）に交差点ハンプ設置前（事前）と、2020 年 3 月 17 日（火）に交差点ハンプ設置後（事後）の交通流の映像を撮影した。撮影時間は朝（7～9 時）と、昼（11～13 時）の計 4 時間である。今回は、図-1 のように各交差点を挟んだ計 4 台のカメラによる交通流観測映像データを入手した。

(2)交通量の計測方法と分析概要

本研究では図-2 のように太枠で囲まれた範囲を交差点と定義し、車両挙動等の計測を行う。交通量については交差点ハンプを通過する車両、自転車、歩行者の 3 項目を計測する。それぞれの交差点の各流入部における方向別交通量の増減を分析する。

(3)車両挙動の計測方法と分析概要

車両挙動は（株）道路計画の View Reader を使用し、減速（ブレーキ点灯）車両の交差点通過時間、譲り合い車両の交差点通過時間、歩行者・自転車有無による車両の交差点通過時間の 3 つを計測する。映像データの画角の都合により、東西方向の直進車両のみを分析する。

(4)振動の計測方法と分析概要

交差点ハンプ走行時の車両振動は、振動計・衝撃計データロガー（DT-178A）を使用し、前輪側の振動として助手席の足元、後輪側の振動としてバックドアガラスの上部に固定をして計測する。車は日産のノートと、トヨタのプリウスαの 2 台を使用し、走行速度を 20km/h、30km/h、40km/h の 3 段階で走行する。各交差点ハンプにおいて走行速度別に振動の大きさを比較し分析する。



図-1 対象道路のカメラ設置箇所

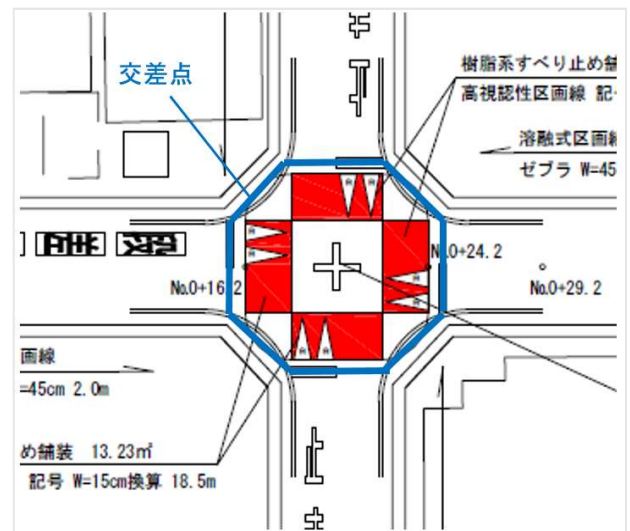


図-2 交差点の定義（東側交差点ハンプ）

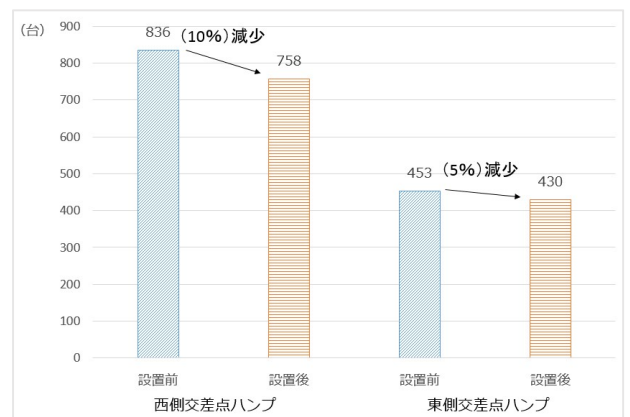


図-3 各交差点における交通量

3. 集計・分析結果

(1)交通量の比較分析

各交差点における事前事後の交通量を図-3に示す。西側交差点の交通量は78台(10%)減少し、東側交差点の交通量は23台(5%)減少している。交差点ハンプが設置されたことにより、対象道路を通行しない車両が増えたと考えられる。

自転車・歩行者に関してはデータ数が少ないため、あまり参考にはならないが、自転車の通行量が31台減少し、歩行者の通行量は36人増加している。交差点ハンプが設置されたことにより、自転車は車両と同様に、交差点ハンプによる振動の不快感を嫌悪して通行しなくなったことが考えられる。歩行者は交差点ハンプによる車両の交通量と旅行速度の減少から危険度が減り、歩きやすい生活道路となったため増加したと考えられる。

(2)挙動の比較分析

各交差点における減速(ブレーキ点灯)車両の通過時間を図-4に示す。両交差点ともに通過時間が増加している。東側交差点は事前事後で有意差がみられるが、西側交差点では有意差がみられない。また、各交差点における譲り合い車両の通過時間を図-5に示す。両交差点ともに通過時間が増加したものの、事前事後の有意差はみられない。図-6は各交差点における歩行者・自転車有りの車両通過時間を示したものである。東側交差点は平均通過時間が増加したが、西側交差点は平均通過時間が減少した。その一因として、歩行者・自転車の交通量が少ないことが考えられる。

(3)振動の比較分析

ハンプ走行時の速度別にZ軸(鉛直)方向の振動の大きさを計測したものを図-7に示す。走行時の振動は速度が上がるにつれて大きくなっている。しかし、西側交差点の30km/hと40km/hでは東側交差点に比べ差があまり見られない。30km/h未満に走行速度を抑制するデバイスとして交差点ハンプが機能していることが確認できた。

4. おわりに

本研究では、愛知県一宮市多加木地区の生活道路を対象とし、交差点ハンプ設置による利用特性の効果について計測・分析した。その結果、交通量は1割減少し、車両挙動に関しては一部有意差があったものの、それほど有意差がみられないのが確認できた。

今後の課題は、期間を開け撮影し持続効果の検証。他の交差点ハンプと比較を行い、他地区との比較や設置箇所の検討。事前事後の利用目的別交通量調査を行い、抜け道交通の抑制対策のあり方について検討していく必要がある。

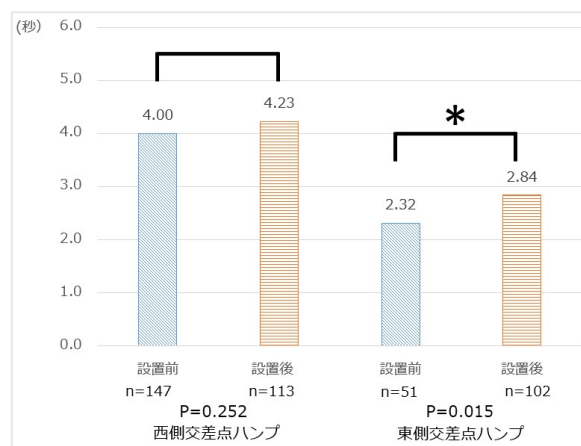


図-4 減速(ブレーキ点灯)車両の通過時間

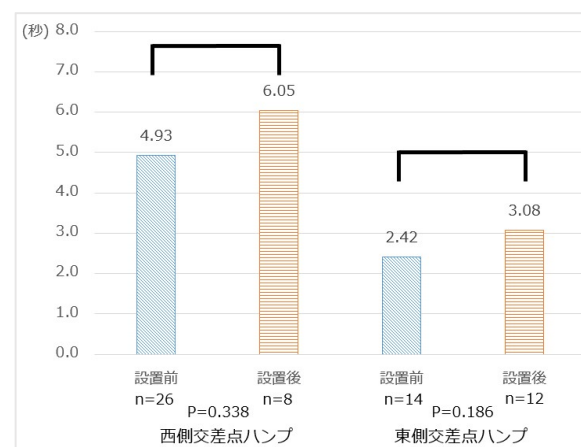


図-5 譲り合い車両の通過時間

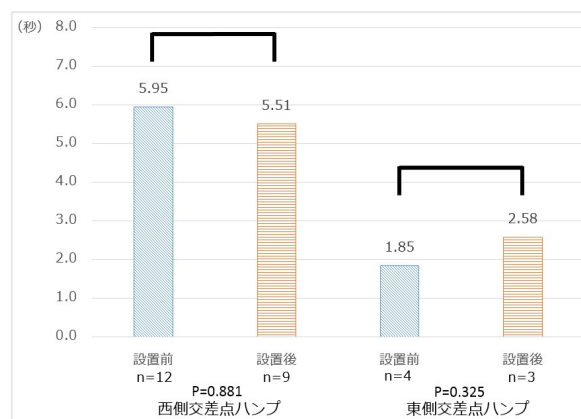


図-6 歩行者・自転車有り車両の通過時間

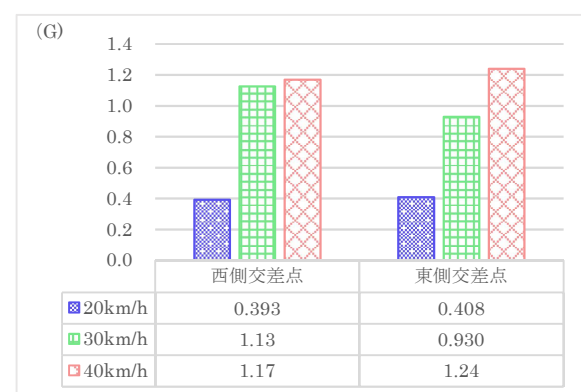


図-7 走行速度別の振動の大きさ

生活道路における連続型ハンプの速度抑制効果の検討 ～2 地区の比較を通して～

A17331 田口 暁大

指導教員 嶋田 喜昭

1. 研究の目的と内容

近年、我が国の交通死傷事故件数は減少傾向にあるが、生活道路における交通死傷事故件数の減少割合は小さい。車両速度が 30km/h を超えると致死率が急激に上昇している。このことから車両速度の抑制が交通死亡事故件数の減少につながると考えられる。

そこで本研究では、愛知県一宮市の萩原小学校北部の生活道路に設置された台形ハンプの検証実験を行う。特に連続的にハンプを設置したことによる速度の抑制効果についての検証を行う。また、一昨年度にも扶桑町で同様の研究を本研究室が行っている為、そのデータと比較することにより、ハンプの設置効果をさらに検証していく。

2. 調査の概要

対象道路を通過する車両の台数、速度を計測する際には表-1 のような条件のもと行われた。ハンプは図-1 のように南北に離れて 2 地点に設置され、連続型ハンプとして設置された。ハンプは 2020 年 2 月に施工されたアスファルト製ハンプであり、写真-1 のようにその両側に狭くも設置された。計測は各ハンプ通過時とハンプ間走行時の計測を行い、各ハンプ通過時はハンプの 6m と通過後 10m の計 16m、ハンプ間走行時は現地で計測を行った 106m の区間で行う。

3. 計測方法及び分析方法

区間速度の計測には、一宮市から提供された、ハンプ設置前後の対象道路の交通実態の様子が撮影された映像を使用した。

計測は ViewReader (株式会社道路計画) というソフトを用いて映像データごとに計測を行った。これを使用し、区間速度の時間平均速度で計測したものを、様々に分類しそれぞれの平均速度として分析する。計測する際には、ハンプを通過する車両すべてにおいて車両左前輪が区間断面に重なる瞬間で計測を行った。

車両速度の分析には各ハンプ通過時とハンプ間走行時ともに、まず設置前後のみでの比較を行う。その際は t 検定 (区間速度の平均値の差の検定) での有意差を出す。その後、ハンプ別や進行方向別、時間帯別に分けたデータで設置前後の分析を行った。その際には速度の項目の多重比較分析を行うことで有意差を検証し、速度抑制効果を検証する。

4. 分析結果

各ハンプ通過時においてハンプの設置効果はよく表れている。ハンプの設置前後において有意差はよく見られ、平均速度の差も顕著に表れている。平均速度はおよそ 8km/h の速度減少、85 パーセンタイル速度はおよそ 10km/h の速度減少が発生しているのはハンプによる速度抑制効果が表れているといえる。通過交通量も減少している為抜け道交通を抑制する効果もあると思われる。

これらをハンプ別にさらに分けた分析でも、北側ハンプ、南側ハンプともに有意差は見られた。どちらにも平均速度には約 10km/h の差があり、ハンプ別の視点での分析は速度抑制が発生しているという結果となった。また、設置前後において、どちらも 20 台ほど通過車両数が減少していることから抜け道交通を抑制する効果があったといえる。その他、進行方向別、時間帯別の分類において分析を行った際にも同

表-1 映像データの概要

調査日	2019年 11月26日	2020年 3月12日
状態	ハンプ設置前	連続型ハンプ
調査時間	朝 7時～9時 昼 11時～13時	朝 7時～9時 昼 11時～13時

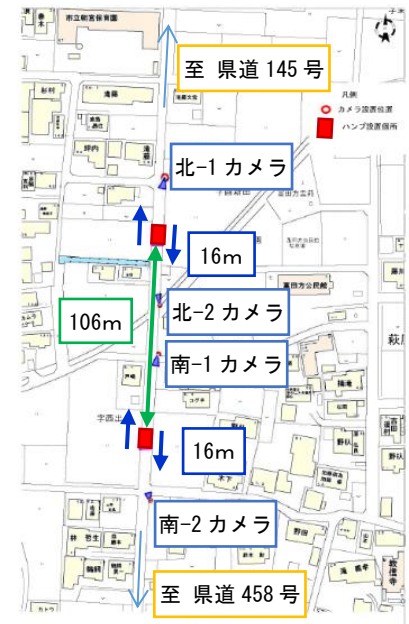


図-1 調査地点図



写真-1 北側のハンプの様子

様に有意差があり、平均速度にも減少が見られた。これらのことから各ハンプ通過時においてハンプの設置効果があったと考えられる。

次いで、ハンプ間走行時においても、設置効果の比較分析を行った際にもほとんどの場合において有意差がみられた。

設置前後比較においての平均速度はおよそ時速 2km の減少が起きている。交通量に関しても 20 台ほど減少している為、ハンプの設置効果が表れていると考えられる。時間帯別の分類をした際にも同様に平均速度の減少が見られ、設置効果があると考えられる。

しかし、進行方向において分類を行った際には南進の分類においては有意差がみられなかった。一般的には帰無仮説により 5%ほどの有意差が得ることができれば明らかに変化があったとされているが、表-2 のように、南進の分類において P 値が 0.11 ほどであり、5%以下にならなかった。速度の減少はしているものの、時速 1km ほどの減少であったため、大きな差ではないといえる。よってこの原因の考察を行った。

今回の比較分析において唯一有意差がなかったハンプ間走行時の南進において、原因究明のための追加計測を行なった。計測内容は、ハンプ間の走行における速度抑制起因事項の記録である。主に、すれ違い、路上駐車、の追い抜き、停止、の記録を行い、特に無かったものは特になしとして、計測を行った。その結果は図-3 の通りである。すれ違いは北進の場合と同様に南進も設置前と比べて設置後の方が多く発生している。しかし、路上駐車、の追い抜きは、設置前の発生回数を比較すると、北進に比べ、南進の発生回数が多いことがわかる。そしてそれを設置後の場合と比べてみると、明らかな違いである。分析には路上駐車を追い抜く際に車両が減速していると思われるため、設置前と設置後で、平均速度に大きな差がなかった原因はこのためであったと思われる。

5. 扶桑町との比較

一昨年度に行った連続型ハンプの計測データをもとに、16m の各ハンプ通過時の速度集計としてまとめなおし分析を行った。表-3 のように萩原地区と扶桑町の連続型ハンプの比較したところ、同じく減速

されていた。それは時速約 8km と同じ速度差であったが減少率は扶桑のものが大きかった。考えられる要因として、扶桑のハンプは萩原のハンプと比べ幹線道路との交差点から距離が近い為、設置前の時点で速度が減少していたがさらに速度は減少したため割合としては大きく減少したと考えられる。しかしどちらにおいてもハンプを設置したことにより平均速度は減少していた為、ハンプの設置効果はあったといえる。

6. おわりに

研究は対面生活道路の連続ハンプの設置効果を設置前後の観点から比較分析を行った。その結果、各ハンプ通過時、ハンプ間走行時共に速度抑制効果はほとんどの場合で見られ、ハンプの設置効果はあると言える。他地区との比較を行ってみてもその効果は顕著に見られ、ハンプを設置することによる速度抑制効果は確実なものと言える。今後の課題としては、交差点からの距離の変化による、速度や抜け道交通におけるハンプ設置効果の変化に関しても研究することや、対象道路を流入流出する経路から抜け道交通の増減等や走行経路等を追加検証することが挙げられる。

参考文献

- 1) 一般社団輔心身交通工学研究会:生活道路のゾーン対策マニュアル 2017
- 2) 杉浦悠太: 対面生活道路における連続ハンプ設置効果の実証分析, 大同大学卒業論文 2019.

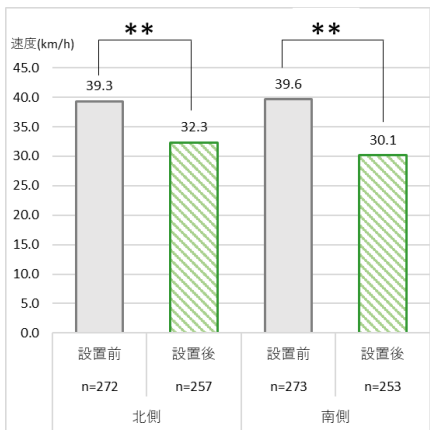


図-2 ハンプ別通過平均速度の比較

表-2 ハンプ間平均速度の多重比較

設置前	設置後	P値	**: $P<0.01$
前-北進	後-北進	$P<0.001$	**
前-南進	後-南進	0.1133	
前-朝	後-朝	0.0063	**
前-昼	後-昼	$P<0.001$	**

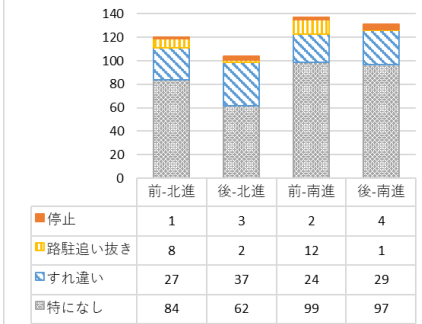


図-3 ハンプ間進行別速度抑制記録

表-3 各ハンプ通過時 地区別比較

分類	交通量	差	増減率	速度	差	増減率	P 値
萩原 設置前	545	-35	-6.9%	39.5	-8.2	-26.4%	$P<0.001$
萩原 設置後	510			31.2			**
扶桑 設置前	454	42	8.5%	34.1	-8.2	-31.7%	$P<0.001$
扶桑 設置後	496			25.9			**

生活道路における連続型ハンプの利用特性変化の検討 ～2 地区の比較を通じて～

A17314 岡本 奏太

指導教員 嶋田 喜昭

1. はじめに

交通事故の現状として、生活道路における死傷事故率は幹線道路の約 2 倍であり、生活道路における歩行者・自転車の死傷事故率は、幹線道路の約 5 倍になっている。身近な生活道路において、交通事故に遭遇する確率が高まっている。

そこで本研究では、愛知県一宮市萩原地区萩原小学校北部の生活道路に設置された連続的に設置されたハンプを対象に、ハンプ設置前後（事前事後）の走行車両の利用特性として主に走行位置の変化を分析する。また譲り合いが生じた際の走行位置の変化や、自転車および歩行者の通行位置が自動車の挙動に与える影響についても分析し、昨年度に行われた愛知県扶桑町山名地区の研究と比較することで、生活道路における交通事故減少対策に資することを目的とする。なお、事前事後の交通流観測映像データを一宮市から入手し分析に用いている。

2. 分析の概要

一宮市から入手した映像データの概要は、表-1 の通りである。これより、交通量および、事前事後の車両走行位置の計測を行った。

3. 計測方法・結果

(1) 事前事後の交通量

車両（小型自動車・大型自動車・自動二輪車）、自転車の計測を動画で計測して行った。結果は図-1 のように減少している。自転車の交通量も事前から事後にかけて減少している。

(2) 事前事後の車両走行位置

本研究では研究を通して、共通の走行位置の計測断面を設定した。走行位置の計測は対象道路を I-I' から IV-IV' 断面の、4 断面として計測している。4 断面の位置は図-2 のようになる。また、断面を a～h まで 0.5m ごとに区切り、東が x、西が y とし、普通自動車と大型自動車は北進と南進ともに、左前輪が計測断面を通過した瞬間をその自動車の走行位置と定義している。同様に自転車は北進と南進ともに前輪が計測断面のどの位置を走行するかを読み取る。自動車の走行位置の結果は、北進と南進ともに事後は中央寄りを走行するようになる自動車が増加している。自転車の結果は、基本的には路側帯を走行していることが多いものの、走行位置はばらばらである。結果は図-3 の通りである。

(3) 自転車・歩行者の影響による走行位置

自転車・歩行者が影響する場合について定義づけるために自転車・歩行者の通行位置別に場合分けをして定義をする。
①自転車・歩行者が順走していた場合。②自転車・歩行者がハンプ上を逆走していた場合。③自転車・歩行者が路側帯を逆走していた場合。の 3 つに場合分けをし、以上 3 つの場合は自転車・歩行者が影響する場合として定義づけた。①の

表-1 映像データの概要

	事前(ハンプ設置前)	事後(ハンプ設置後)
調査日	2019年11月26日	2020年3月12日
天候	晴れ	晴れ
調査時間	交通量の計測(7～9時・11～13時) 走行位置の計測(7～9時・11～13時)	
画角		

(北側ハンプ)

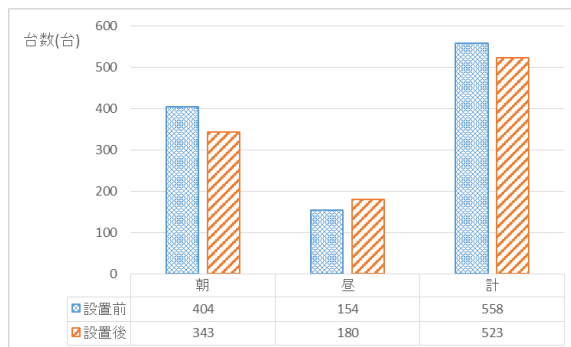


図-1 車両交通量の変化

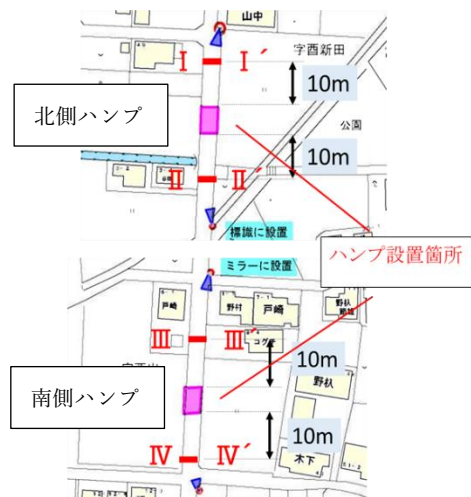


図-2 走行位置計測断面

とき、自動車は自転車・歩行者をよけるように中央寄りを走行することが分かる。②のときは、ハンプ上の自転車・歩行者をよけるために左端を走行、または自転車・歩行者がハンプを通過するのを待ってから自動車がハンプの中央寄りを走行する場面があった。③の場合はほとんど自転車・歩行者の影響を受けずに、自動車は通行しやすいハンプの中央寄りを走行していた。また、各断面における民地境界からの隔離距離の変化として、0.5m ずつに区切った範囲の中央値を道路幅員端部からの隔離距離として用いて加重平均をとり、北進は西側の民地境界から、南進は東側の民地境界からそれぞれ走行車両の左側タイヤ位置までの距離を求めた結果について図-4に示す。また、扶桑町の隔離距離の変化と比較した結果、萩原地区では、影響無しの場合と比較して平均で 0.66m 中央寄りを走行し、逆走（ハンプ上）の場合は平均で 0.30m 側線寄りを走行する。そして逆走（路側帯）の場合は、平均で 0.22m 側線寄りを走行する結果となった。扶桑町では影響有りの場合、平均で 0.80m 中央寄りを走行する結果となった。

(4)譲り合いによる走行位置

譲り合いとは、片側 1 車線道路の対面通行時において、対向車との距離が 10m 以内での車両の原則または一時停止することであると定義づけた。北進も南進も譲り合い無しの場合と比較して、側線寄りを自動車が走行していることが分かる。さらに、北進譲り合い時に自動車が路側帯に進入して譲り合いを行う結果となっている。映像データを見るなかで、譲り合い時にハンプ上で自動車がすれ違った場面は確認できなかった。そのため、譲る側の自動車はハンプに進入する前に減速をして対向車を先に通す必要があるため、走行位置が側線寄りまたは路側帯に進入することは必然であるとも考えることができる。このことから路側帯のカラー化は、自動車の譲り合い時において路側帯内に自動車を侵入させない効果があるとは言い難いと考えられる。

4. おわりに

本研究では自転車・歩行者の影響、譲り合い時には概ね、扶桑町と同じような結果が得られた。

その結果、昨年の扶桑町では一定の路側帯カラー化の効果があったようだが、萩原地区の北側ハンプ西側における路側帯カラー化の効果はあまり無い結果となったので、今回の結果を踏まえて自転車・歩行者の安全を確保するためには、物理的デバイスと視覚的デバイスのより有効な組み合わせを検討する必要があると考えられる。また、今後の運用のために特に自転車・歩行者の通行位置と自動車の挙動の詳細な関係性について研究を行う必要がある。

参考文献

- 1) 梶川泰宏：生活道路におけるハンプ設置数の違いによる効果比較分析～利用特性の視点から～，令和元年度大同大学卒業論文，2020
- 2) 国土交通省：凸部（ハンプ）標準形状の施工に関する注意事項，2016

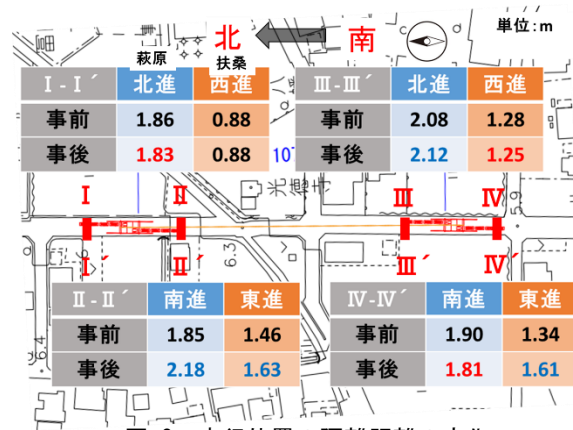


図-3 走行位置の隔離距離の変化

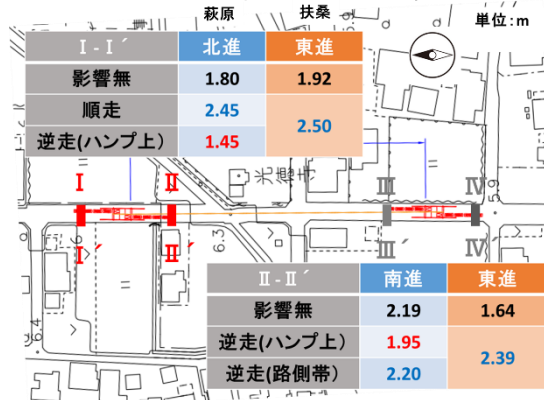


図-4 自転車・歩行者による隔離距離の変化

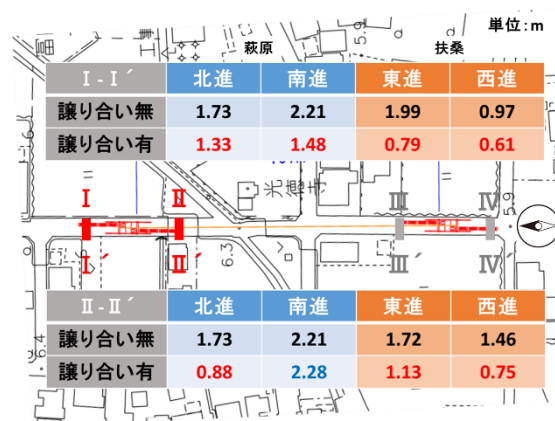


図-5 譲り合いによる隔離距離の変化

生活道路の交通安全対策導入における実証的検討 ～名古屋市南区を事例として～

A17336 塚原 純輝

指導教員 嶋田 喜昭

1. はじめに

2019年の交通事故死者数は、3年連続で戦後最少を更新しているが、人口10万人当たりの歩行中・自転車乗車中の死者数は、G7でアメリカに次いで多くなっている。歩行中・自転車乗車中の死者数は、全交通事故死者数の約半数を占めており、そのうち約半数は、自宅から500m以内の身近な道路で発生している。

そこで本研究では名古屋市南区を対象に、国土交通省の行う「急所を特定する科学的な道路交通安全対策」を基にした生活道路交通安全対策の補助事業を活用すべく、学区ごとの生活道路における事故データの分析と、住民アンケートによる生活道路安全対策に対する意識調査を行うことで、対策の対象地区等の選定を行うことを目的としている。なお、本研究は本学と包括連携協定を結んだ名古屋市南区との地域課題研究会として実施している。

2. 生活道路交通安全対策に対する住民アンケート

(1) アンケート概要

名古屋市南区の過去10年間の交通事故データを用いて、事故が多くゾーン30規制が未実施の学区を対象に行った。アンケート概要は表-1に示す。

(2) 単純集計

問Ⅱでは「交通事故の多い場所以外に、どのような地区・道路」に対策を実施すべきかを伺った。今回は3つの場所で、優先的に対策を実施した方がよいと思う場所から順位を付けてもらった。結果は図-2に示す。

それぞれで重み付け平均を求めたところ、「通過交通の多い地区」と「住民から対策要望が多い地区」は、同様の重みでニーズが高いことがうかがえる。

問Ⅲ・Ⅳでは自動車運転頻度別に対策方法（ハンブ・狭さく・路側帯のカラー化・ゾーン30規制）が、どのくらい認知されているか、実際に通行した際の安全性等はどうかを調査した（安全効果度合については5段階評価で質問）。結果は表-2である。

非運転者（月1回程度以下、または運転免許証未取得者）の方が認知率は低くなっている。ただし路側帯のカラー化についてはどちらも高いため多くの地域で実装されていると考えられる。非運転者の安全効果度合に関しては、全てが4以上であることから、歩行者としては何かしらの対策があるだけで安全に通行できているということが言える。このことから対策の有用性がうかがえる。

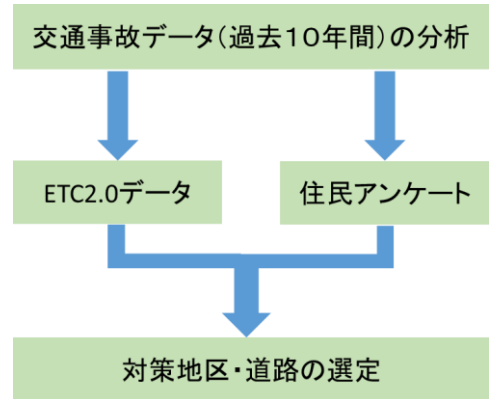


図-1 研究フロー図

表-1 アンケート概要

実施期間	令和2年10月下旬～11月中旬
配布数	3096票(大生学区:2016票 春日野学区:1080票)
有効票回収数	430票(大生学区:263票 春日野学区:169票)
有効票回収率	13.9%(大生学区:13.0% 春日野学区:15.6%)
内容	問Ⅰ 属性(性別・年齢など)
	問Ⅱ 優先的に対策すべきと思う地域
	問Ⅲ 自動車を運転する人への調査
	問Ⅳ 自動車を運転しない人への調査
	問Ⅴ 自宅周辺で実施してもよい対策
	問Ⅵ 自宅周辺で実施してほしくない対策

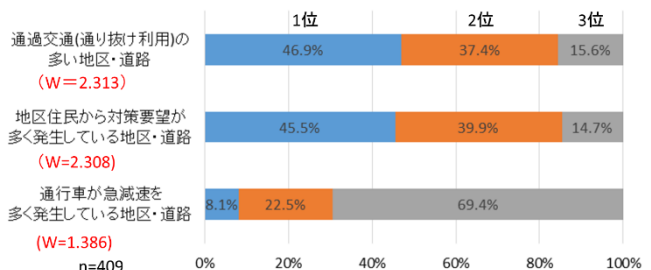


図-2 対策地域の順位付け (n=409)

表-2 自動車運転頻度別の対策方法に関する回答

	運転頻度	認知率	運転・通行の経験	運転・通行時の安全効果意識
ハンブ	運転者	78.8% (n=264)	90.9% (n=208)	4.3 (n=184)
	非運転者	54.8% (n=84)	69.6% (n=46)	4.0 (n=30)
狭さく	運転者	81.2% (n=260)	91.5% (n=212)	3.9 (n=190)
	非運転者	67.9% (n=84)	63.2% (n=57)	4.2 (n=34)
路側帯のカラー化	運転者	88.8% (n=258)	92.6% (n=229)	3.2 (n=206)
	非運転者	84.9% (n=86)	76.7% (n=73)	4.0 (n=53)
ゾーン30規制	運転者	56.4% (n=78)	70.5% (n=31)	4.3 (n=29)
	非運転者	56.4% (n=78)	70.5% (n=31)	4.3 (n=29)

(3) クロス集計

回答者の属性によって「実施してもよい対策」「実施してほしくない対策」に違いがあるかをみるためにクロス集計を行い、その結果を表-3 に示す。特に主な交通手段により、実施希望対策に有意差が現れている。詳細な内訳は図-3、図-4 に示す。

図-3 より徒歩・シニアカーの人は有意に「わからない」が多く、「対策は欲しいが、どんな対策が有効かわからない」といった徒歩・シニアカーの人の考えが見受けられる。図-4 より徒歩・シニアカーの人は有意に「特になし」が多いから、何かしらの対策は望んでいると考えられる。

同様に、自動車・原付・バイクにおいて図-3 でイメージハンプやゾーン 30 規制が多いこと、図-4 でハンプや一方通行といったハード対策が多いことから、速度抑制等の効果が高いハード対策より、実際に自動車で通行する際に邪魔にならないソフト対策ならばいいという、「総論賛成・各論反対」の考えが見られる。

3. 対策地域・道路の提案

住民アンケートの結果より、「通過交通の多い地区」と「住民から対策要望が多い地区」は、同様の重みでニーズが高いことがわかったため、SIS を用いて ETC2.0 より生活道路の交通量を抽出し、評価表(表-4)に項目として追加した結果、白水学区を対策学区として提案する。

4. おわりに

本研究は名古屋市南区を対象に、国土交通省の行う補助事業を活用すべく、生活道路における事故データの分析と、住民アンケートによる生活道路安全対策に対する意識調査を行うことで、ETC2.0 のデータを活用した、対策の対象地区等の選定を行うことを目的として活動してきた。

今後の課題としては、住民の意見には地域差があるため他地区でも同様のアンケートを実施するとともに、評価表の評価項目の重みの違いについて検討していく必要がある。

表-3 クロス集計結果(P 値)

	実施してもよい対策	実施してほしくない対策
性別	0.112	0.574
年齢	0.244	0.078
主な交通手段	0.005 **	0.0002 **
免許有無	0.007 **	0.192
取得後年数	0.288	0.082
運転頻度	0.349	0.593

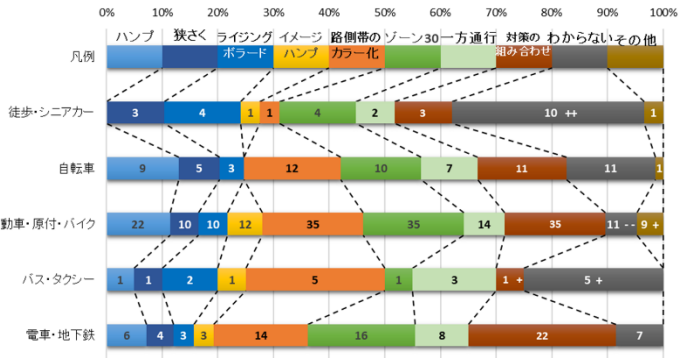


図-3 主な交通手段×実施してもよい対策 (n=394)

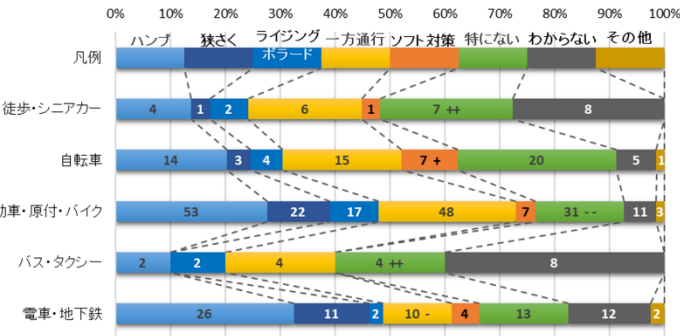


図-4 主な交通手段×実施してほしくない対策 (n=390)

表-4 評価表

	小中交差点 事故件数 /面積	Z得点	小中交差点 事故件数 /人口	Z得点	横断中の 事故件数 /面積	Z得点	横断中の 事故件数 /人口	Z得点	交通量 (台/km)	Z得点	ゾーン30 規制	評価
笠寺	18.2	0.8	6.14E-03	1.6	3	-0.5	1.08E-03	-0.2	1870.5	0.3	0	1.9
笠東	16.2	0.5	3.55E-03	-0.1	8	1.6	1.77E-03	1.0	1516.7	-0.3	-1	1.7
菊住	13.4	0.0	2.37E-03	-0.8	7	1.0	1.18E-03	0.0	1694.2	0.0	-1	-0.9
呼続	17.4	0.7	3.88E-03	0.1	6	0.6	1.29E-03	0.1	879.1	-1.3	-1	-0.7
桜	8.6	-0.8	1.98E-03	-1.1	0	-1.9	0.00E+00	-2.1	1111.2	-0.9	0	-6.8
柴田	2.9	-1.8	1.32E-03	-1.5	1	-1.5	4.42E-04	-1.3	2464.2	1.2	0	-4.9
春日野	21.2	1.3	4.32E-03	0.4	6	0.8	1.27E-03	0.1	1776.3	0.1	0	2.7
星崎	5.5	-1.3	4.08E-03	0.2	3	-0.6	2.23E-03	1.8	2349.6	1.0	0	1.1
千鳥	15.7	0.4	4.59E-03	0.6	4	-0.2	1.15E-03	-0.1	2408.9	1.1	0	1.8
大磯	2.3	-1.9	8.01E-04	-1.8	1	-1.4	4.00E-04	-1.4	1662.6	-0.1	-1	-7.6
大生	10.2	-0.5	6.44E-03	1.7	3	-0.5	1.98E-03	1.3	2148.6	0.7	0	2.7
伝馬	9.1	-0.7	1.70E-03	-1.3	3	-0.6	5.68E-04	-1.1	1163.2	-0.8	0	-4.5
道徳	12.6	-0.1	3.18E-03	-0.3	5	0.2	1.22E-03	0.0	715.9	-1.5	-1	-2.8
白水	14.5	0.2	5.27E-03	1.0	5	0.1	1.65E-03	0.8	3296.9	2.5	-1	3.5
宝	16.8	0.6	3.87E-03	0.1	4	0.0	1.03E-03	-0.3	1632.6	-0.1	-1	-1.7
宝南	20.4	1.2	4.27E-03	0.4	6	0.9	1.33E-03	0.2	1262.2	-0.7	0	1.9
豊田	15.1	0.3	4.73E-03	0.7	5	0.3	1.58E-03	0.6	1688.1	0.0	0	1.9
明治	21.4	1.4	4.11E-03	0.3	8	1.6	1.57E-03	0.6	978.0	-1.1	-1	1.7

〈参考文献〉

1) 国土交通省 : <https://www.mlit.go.jp/> (2020 年 12 月閲覧)

コミュニティバス情報の GTFS 化の活用に関する実証的検討 ～愛知県東海市を事例として～

A17328 杉山 搭子 指導教員 嶋田 喜昭

1. はじめに

近年、スマートフォンの普及に伴い、インターネットを利用し経路検索や公共交通の乗換情報を獲得することが日常的となっている。平成 28 年 12 月に内閣府が行った世論調査では、路線バスの経路等を調べる手段として、図-1 のように「インターネット等の経路検索サービス」を挙げた者の割合が最も高くなっている。しかし、コミュニティバスや小規模バスに関しては、情報の受渡しをするためのフォーマットが定まっていないなどの理由から経路検索に掲載されず、利用者に見落とされてしまうケースが多い。

そこで、本研究では愛知県東海市のコミュニティバス「らんらんバス」を対象に、バスの運行情報を GTFS(General Transit Feed Specification)化し、その活用についての実証的な検討を行うことを目的とする。なお、GTFS とは、バス事業者と経路検索事業者などの情報利用者が情報の受渡しをするための共通のフォーマットのことである。図-2 のように、GTFS を日本のバスに特化し国土交通省が制定したものが「標準的なバス情報フォーマット」であり、本研究ではこれを「GTFS 化」という。

2. GTFS 化とらんらんバスの GTFS 運用状況

(1) 西沢ツールを用いたデータの整備

GTFS 化には、表-1 に示すように GTFS-JP(静的データ)と GTFS-real time (動的データ)の 2 種類が存在する。本研究では、コスト等の制約により、GTFS-JP の整備のみを行う。

GTFS 化を無償で行うことができるツールとして表-2 に示すものがある。ここでは、西沢ツールを使用して GTFS-JP の整備を行った。西沢ツールは、GTFS-JP の作成に特化しており、Excel マクロ形式であるためデータの作成が比較的容易にできる。特に、本研究では「ダイヤ編成を行わないこと」「研究開始時は GTFS-real time の作成も検討していたため、設定できる項目の多いツールを使用した方がよいと判断したこと」から、このツールを選定した。西沢ツールで設定できる項目を表-3 に示す。

らんらんバスは、令和 2 年 10 月 1 日のダイヤ改正に合わせて GTFS 化を行うため、時刻表や路線などの基礎となるデータは東海市に提供していただいたものを使用する。なお、GTFS-JP の整備方法は、西沢ツールの作成マニュアルに沿って行う。東海市は、業者にも GTFS-JP の作成を依頼しており、本研究で作成したものと業者が作成したものを照合し一致したことを確認済みである。本研究で作成した GTFS-JP のデータ例を図-3 に示す。

(2) らんらんバスの GTFS 運用状況

ダイヤ改正に伴い、もともと運用していたバスロケーションシステムと GTFS-JP をリンクさせるよう業者に委託し、現在 web サイトにて運用している。実際に掲載されている例を図-4 に示す。また、らんら

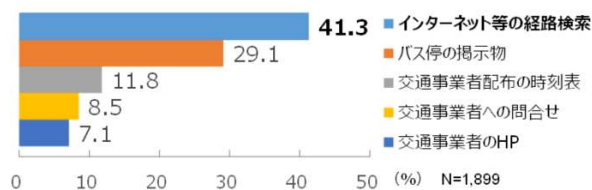


図-1 路線バスの経路等を調べる手段

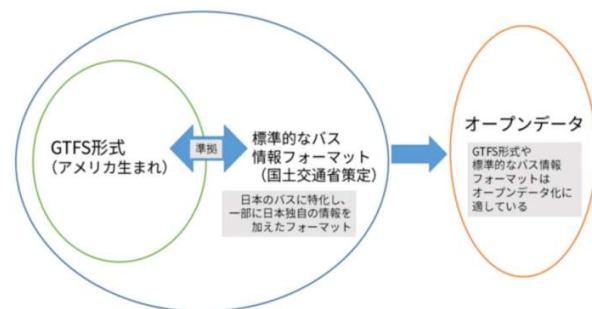


図-2 GTFS 化

表-1 GTFS 化のフォーマット構成

区分	フォーマット名	対象とする情報
静的データ	GTFS-JP	停留所、路線、便、時刻表、運賃等
動的データ	GTFS-real time	遅延、到着予測、車両位置、運行情報等

表-2 GTFS 無償作成ツールの紹介

ツール名	ツールの説明
標準的なバス情報フォーマット出力ツール（西沢ツール）	・ Excelマクロを利用したツール ・ GTFS-JPデータの作成に特化
その筋屋	・ ダイヤ編成とGTFS化を同時に行う場合に特化 ・ GTFSリアルタイムの作成も可能
見える化共通入力フォーマット	・ Excelマクロを利用したツール ・ 西沢ツールと比べて設定できる項目は少ない

んバスの経路情報は、過去より NAVITIME、駅すぱあと、ジョルダンにて掲載されている。これらの経路検索事業者は、独自でらんらんバスの運行データを作成し、経路情報を公開している。現在らんらんバスは GTFS-JP データをオープンデータとして公開する手続きを行っており、公開されると、Google やその他多くの経路検索サービスに掲載されやすくなる。

3. GTFS の運用に関するヒアリング調査

令和 2 年 10 月 21 日(水)に東海市のらんらんバス担当者の方を対象にヒアリング調査を行った。GTFS 化に至った背景や利用者・運営側の変化などについて調査し、GTFS 化が利用者や業務にどのような影響を与えるのか検証することを目的としている。ヒアリング項目は、表-4 に示す。

きっかけ・背景については、地方運輸局や県からの推奨、周辺市町村の GTFS 化が大きく影響していることが分かった。業務や利用者の変化については、調査を行った時点では具体的な変化は得られなかったが、バスロケシステムの改良により、リアルタイムの位置情報をスマートフォン等で気軽に見られるようになったため、業務の効率化が期待できるという。利用者にとってもリアルタイムの情報はわかりやすく、利便性の向上にも繋がると考えられる。問題点については、バスロケシステムの表示が地方公共団体によって異なるため、市町村をまたぐ移動の際に利用しづらいという意見があり改善が必要である。

4. おわりに

本研究では、愛知県東海市のコミュニティバス「らんらんバス」を対象にバスの運行情報を GTFS 化し、GTFS-JP の整備およびヒアリング調査を実施した。その結果、GTFS 化したことで、今まで掲載されていなかった経路情報が経路検索サービスに掲載されるようになったり、GTFS-JP の活用によってバスロケシステムが改良されたりと、様々な効果が得られた。このことから、GTFS 化をすることで、利用者と事業者ともに利便性の向上が見られることがわかった。

今後は、地図上でバスの現在位置を確認できる GTFS-real time の活用についても検討する必要がある。また、今回はコロナの影響もあり、利用者の変化などについて十分な結果を得ることができなかったため、利用者側にも意見を聞き、利用状況について調査する必要がある。

参考文献

- 1) GTFS-JP：標準的なバス情報フォーマット, <https://www.gtfs.jp/>, 2020/7/5 閲覧。
- 2) 国土交通省：標準的なバス情報フォーマット（GTFS-JP）作成方法検討マニュアル（第二版），2019。

表-3 西沢ツールで設定できる項目

情報名	ファイル名	条件	設定の可否
事業者情報	Agency.txt	必須	○
事業者追加情報	Agency_jp.txt	任意	○
提供情報	Feed.txt	必須	○
停留所・標柱情報	Stops.txt	必須	○
経路情報	Routs.txt	必須	○
経路追加情報	Routs_jp.txt	任意	○
便情報	Trips.txt	必須	○
営業所情報	Office_jp.txt	任意	○
通過時刻情報	Stop_times.txt	必須	○ (shape_dist_traveled, timepointは不可)
運行区分情報	Calendar.txt	必須	○
運行日情報	Calendar_dates.txt	必須	○
運賃属性情報	Fare_attributes.txt	必須	○
運賃定義情報	Fare_rules.txt	必須	○
描画情報	Shapes.txt	任意	×
運行間隔情報	Frequencies.txt	任意	×
乗換情報	transfers.txt	任意	×
翻訳情報	Translations.txt	必須	○

```
route_id,agency_id,route_short_name,route_long_name...
10, 60000020232220,,北ルート系統1,,3,
11, 60000020232220,,朝夕北ルート系統1,,3,
20, 60000020232220,,北ルート系統2,,3,
21, 60000020232220,,朝夕北ルート系統2,,3,
30, 60000020232220,,中ルート系統3,,3,
31, 60000020232220,,朝夕中ルート系統3,,3,
40, 60000020232220,,中ルート系統4,,3,
41, 60000020232220,,朝夕中ルート系統4,,3,
50, 60000020232220,,南ルート系統5,,3,
51, 60000020232220,,朝夕南ルート,,3,
60, 60000020232220,,南ルート系統6,,3,
```

図-3 本研究で作成した GTFS-JP の例

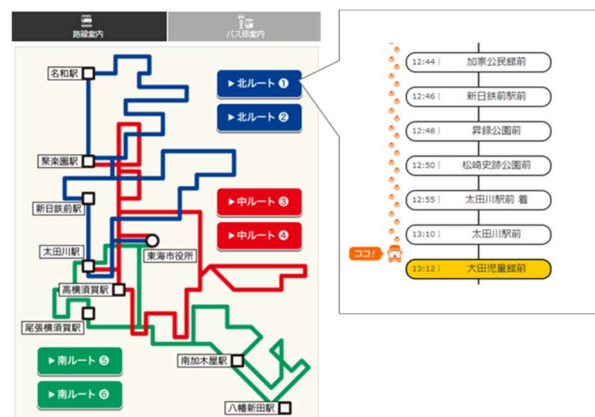


図-4 らんらんバスのバスロケシステム表示例

表-4 ヒアリング項目

1. GTFS化に至ったきっかけや背景
2. 利用者数や年齢層などの変化
3. 利用者からの声
4. 業務の効率化など、運営側が今後期待すること
5. 問題点や改善点など
6. 定期的なデータの更新
7. GTFS-real timeの導入の検討
8. GTFS化したバスの運行情報の活用方法

自転車通行空間の利用率向上に向けたバンドワゴン効果の実験

A17329 鈴木 貴登

指導教員 嶋田 喜昭

1. はじめに

我が国では、5km 未満の移動の約 2 割は自転車が利用され、都市内短距離移動において、自転車は重要な移動手段となっている。さらに、With/Post コロナの新しい生活様式においても改めて自転車が注目されているなど自転車利用のニーズが一段と高まっている。一方、1970 年の自転車の歩道通行を可能とする交通規制の導入以降、車両としての自転車の位置付けや通行空間が曖昧なままに道路空間が整備され、自転車と歩行者の交通事故件数があまり減らないなどの弊害が生じてきている。また、自転車は歩道走行よりも車道走行の方が安全という調査結果もある。

そこで本研究では、愛知県豊田市を対象として車道上に自転車の通行空間が整備された道路箇所において、社会心理学の知見の 1 つである「バンドワゴン効果」を援用した自転車の車道通行率の向上策を検討することを目的としている。なお、本研究は、豊田都市交通研究所との共同研究として実施するものである。

2. 研究概要

(1) バンドワゴン効果

バンドワゴン効果とは、多数がある選択肢を選択している現象が、その選択肢を選択する者を更に増大させる効果¹⁾であり、ある製品や事柄に対し、大勢の人がそれを支持している場合、その製品や事柄への支持がよりいっそう高くなるといった現象²⁾のことである。本研究においては、サイン(看板)によって、多数が車道を走行しているという情報を提供し、自転車利用者の歩道通行の慣習を解き、車道通行へ促す効果があるのかを検証するものである。

また、当研究室の過去の研究結果³⁾より、「命令」形式の看板による情報提供が最も効果的という知見を踏まえ、バンドワゴン効果の看板との比較検討も行う。

(2) サインによる情報提供実験

車道上に自転車の通行空間が整備された道路箇所に車道通行率を示した看板を設置し、情報を提供された利用者の行動変容を促すことができるかどうかを実験する。自転車利用者の交通流を実験前(看板設置前)、実験中(設置中)、実験後(撤去後)に分け、ビデオ観測調査を行った。図-2 に示す地点を対象に行った。詳細は表-1 の通りである。特に実験中の週 1 回の調査結果を図-1 の看板の車道通行率に反映させ、逐一最新の情報を提供した。なお、ここでは設置中までの結果を示す。

(3) web アンケートによるサインの検討

看板にはバンドワゴン効果と前進の報酬である車道通行率の経過、Reword である褒め言葉を表示する。どのような褒め言葉の文言がよいか検討するために、株式会社マクロミルにて web アンケートを依頼した。週に 1、2 回以上自転車を利用する自転車利用者を対象として、年齢や男女比を合わせて結果を得た。その結果、「いいね」と「歩道は走らないで」という言葉になった。完成した看板が図-1 である。



図-1 設置する看板



出典：とよた快適自転車プラン

図-2 調査地点

表-1 調査概要

	実験前	実験中	実験後
実施期間	10月中旬 から 10月下旬	11月上旬 から 12月上旬	1月末
実施日	平日週1回		
実施回数	各 3 回	各 6 回	各 2 回
時間帯	7:15~8:45		

3. 実験前・実験中における自転車交通流の変化

撮影した映像より表-2に示す項目を計測した。計測項目については、自転車の運転者が通行位置を選択する際に影響を与えていると考えられるものを項目として抽出した。

集計結果として、看板設置前と設置後の車道通行率は図-3のようになった。車道通行率は車道走行した人数を総人数で割ったものである。地点Aの車道通行率は、実験前が29%、設置中が42%という結果になり、地点Dは、実験前が11%、設置中が20%とこちらも上昇する結果がみられる。一方で地点Bと地点Cでは、わずかに上昇しているもののほとんど変わらないという結果が把握される。男女比や道路構造等違うため一概には言えないが、図-3のみで考えれば、地点Aと地点Dの増加率の変化幅より、バンドワゴン効果の看板の方が、効果が高いという結果が推察される。

4. 車道通行に及ぼす要因分析

どの項目が車道通行に影響を及ぼしているのか表-2示す通り、車道走行の有無を目的変数とし、X1~X18を説明変数として二項ロジスティック回帰分析を行った。その結果を表-3に示す。

オッズ比、Waldに注目し、両者ともに整数以上の値を示したのは、性別、ヘルメット、植樹帯、路肩、看板種類である。これらの項目の標準偏回帰係数に着目する。性別に関して、正の値のため、女性よりも男性の方が車道を走る。植樹帯と路肩に関して、どちらも正の値であり、幅員が大きいほど車道を走る。看板種類に関して、正の値のため、バンドワゴン効果の看板の方が車道を走る傾向があるといえる。

5. おわりに

単純集計の結果から、地点Bと地点Cの実験前と実験中での車道通行率の変化がほぼない点。地点Aと地点Dの増加率の変化幅より、バンドワゴン効果の看板の方が、効果が高い点。この2点より、看板設置によりバンドワゴン効果、命令ともに車道通行を促す効果があるが、実験前から相対的に車道通行している地点では効果が少ないということが考えられる。これは、相対的に高い地点は歩道通行の慣習化が根強いからではないかと考える。

今後の課題として、看板に気づかない、気づいても内容まで理解できていないのではないかという視認性の点。車道通行率の更新頻度が1週間ごとであり、効果が小さいのではないかとという点。看板設置の対象地点や持続性等が考えられる。

参考文献

1) 細川 遥平: みんな知ってる! バンドワゴン効果とは?

<https://biz-shinri.com/dictionary/bandwagon-effect> (2020年5月閲覧)

2) 株式会社エッセンシャル: ビジネス心理学, バンドワゴン効果とは, <https://biz-shinri.com/dictionary/bandwagon-effect> (2020年5月閲覧)

3) 竹原 友也: ドライバー心理を考慮した「抜け道」交通対策に関する研究, 大同大学大学院修士論文, 2013年1月31日

表-2 計測項目・分析変数

	項目・変数		変数値(1.0: ダミー変数)
目的変数	y	通行位置	1.車道走行 0.歩道走行
説明変数	X1	性別	1.男性 0.女性
	X2	年代	1.中・高校生 0.一般
	X3	自転車の車種	1.一般 0.スポーツタイプ
	X4	ヘルメット	1.有り 0.なし
	X5	通行方向	1.順走 0.逆走
	X6	歩行者の有無	1.有り 0.なし
	X7	車の交通量	拡大計測値
	X8	歩道幅員	実測値
	X9	植樹帯	実測値
	X10	路肩幅員	実測値
	X11	矢羽幅員	実測値
	X12	降水量	実測値
	X13	平均気温	実測値
	X14	最高気温	実測値
	X15	最低気温	実測値
	X16	平均風速	実測値
	X17	日照時間	実測値
	X18	看板種類	1.バンドワゴン効果 0.命令

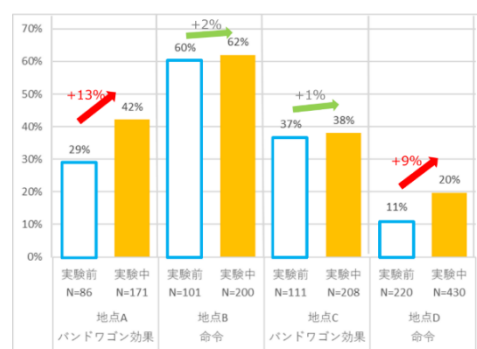


図-3 看板設置による車道通行率の変化

表-3 二項ロジスティック回帰分析の結果

変数	ダミー変数	偏回帰係数	標準偏回帰係	オッズ比	Wald	P値
性別	1.男性	0.812	0.385	2.25	23.05	0.000**
	0.女性					
年代	1.中・高校生	-1.070	-0.533	0.34	30.60	0.000**
	0.一般					
種類	1.一般	-0.772	-0.305	0.46	16.29	0.000**
	0.スポーツタイプ					
ヘルメット	1.有り	0.766	0.297	2.15	16.45	0.000**
	0.なし					
植樹帯幅員	実測値	10.224	0.747	27554.96	101.34	0.000**
路肩幅員	実測値	2.956	0.344	19.23	19.65	0.000**
最高気温	実測値	-0.034	-0.096	0.97	1.80	0.180
看板種類	1.バンドワゴン効果	2.041	0.992	7.70	95.61	0.000**
	0.命令					
定数項	—	-13.005		0.00	123.24	0.000**

*: P<0.05 ** : P<0.001

運転免許返納後の生活等に与える影響要因と対策課題の検討

A17355 水野 佑香

指導教員 嶋田 喜昭

1. はじめに

近年、交通死亡事故の件数は減少しているものの、高齢ドライバーによる事故が増加傾向にあり、運転免許返納に関する意識が高まりつつある。しかし、地域によっては自動車がないと生活できない等の運転免許返納には課題がある。

本研究は、運転免許返納者と同居している家族を対象とした Web アンケートを用いて「運転免許返納が生活にどのような影響を与えるのか」「運転免許返納に対する家族の評価に与える要因は何か」を調査・分析し、運転免許返納に関する都市計画及び交通計画的課題を探ることを目的とする。

2. 運転免許返納後の生活等に関する調査の概要

運転免許返納後の生活等に関する Web アンケートの概要を表-1 に示す。

なお、400 票の回答の中に明らかに信頼性が低いと思われるものがあり回答の精査を行った。「返納者の性別・年齢」「同居している家族」「回答者の性別・年齢」を見比べ、明らかに信用できないと判断したものを有効票から除外した。最終的に有効票は 343 票とし、さらに、設問ごとにも有効回答を精査している。

3. 集計および分析結果

3-1 単純集計

返納者の属性と主な設問の単純集計結果を表-2 に示す。各設問において相対的に回答比率が高いものを網掛けしている。現在の主な移動手段として家族による送迎が 38%となっており、返納後は家族の助けが重要であるといえる。「自宅周辺に商業施設がある」人も多く、比較的住みやすい環境の人が返納をしていることが考えられる。その他、免許返納者の家族構成は「自身の子どもと同居」が 68%、「無職」が 71%となっている。返納時期は「2 年以内」が過半数を占め「自主的に返納」が 64%を超える。返納前の運転頻度においては「週に 1 回以上」が 62%を超え、「半年に 1 回以下」が 21%となっている。「市区町村から公共交通の料金の割引等の支援があった」は 62%を占めている。返納後の返納者の体調変化は「特にない」と回答した人が 74%となっている。返納者の家族が考える返納率向上策は図-1 に示す通り、公共交通機関の増便や減額などを希望する人が半数近く、公共交通に関しての対策が望まれる結果となっている。

表-1 Web アンケートの概要

調査対象	全国の運転免許返納者と同居する20歳以上の「家族」
調査方法	2019年10月下旬に 楽天インサイト(株)にWeb調査を依頼
調査内容	a.返納者の属性 b.返納情報 c.周辺環境と返納後の生活 d.返納後の健康および家族への影響 e.返納率向上策
回収数	400票
有効票	343票

表-2 主な単純集計結果

返納者の性別			返納の最大理由		
選択肢	票数	比率	選択肢	票数	比率
男性	209	64.7%	交通事故の恐怖	119	34.7%
女性	114	35.3%	車の維持費等	11	3.2%
返納者の年齢			元々の運転頻度の少なさ	47	13.7%
64歳以下	26	8.0%	病気など健康的理由	32	9.3%
65～74	67	20.7%	怪我	5	1.5%
75～84	147	45.5%	身体能力の低下	77	22.4%
85歳以上	83	25.7%	運転必要性なし	31	9.0%
現在の主な移動手段			その他	7	2.0%
電車	37	12.2%	覚えていない	14	4.1%
バス	46	15.1%	現在の外出頻度		
タクシー	22	7.2%	ほぼ毎日	77	22.4%
自転車	55	18.1%	週に3～5回	96	28.0%
徒歩のみ	26	8.6%	週に1～2回	113	32.9%
家族による送迎	115	37.8%	月に1回	20	5.8%
その他	3	1.0%	2,3か月に1回	7	2.0%
自宅周辺施設 (800m圏内)			半年に1回	1	0.3%
スーパー	179	61.7%	ほとんど外出しない	29	8.5%
コンビニ	212	73.1%	主な外出理由		
ドラッグストア	153	52.8%	趣味	28	9.5%
歯科	145	50.0%	スポーツ	16	5.4%
眼科	92	31.7%	友人や知人と雑談	29	9.8%
総合病院	77	26.6%	ボランティア	12	4.1%
鉄道駅	106	36.6%	健康運動	48	16.3%
バス停	172	59.3%	食事	10	3.4%
喫茶店・飲食店	105	36.2%	生活必需品の買い物	72	24.4%
美容室	128	44.1%	通院	50	16.9%
娯楽施設	56	19.3%	仕事	19	6.4%
温泉	32	11.0%	旅行	3	1.0%
銀行	130	44.8%	その他	8	2.7%
郵便局	160	55.2%	返納に対する家族の評価		
公園	148	51.0%	非常に良い	131	38.2%
所有している田畑	27	9.3%	良い	121	35.3%
その他	0	0.0%	どちらでもない	79	23.0%
住宅以外に特にない	18	6.2%	良くない	7	2.0%
			全く良くない	5	1.5%

3-2 関連性分析

返納者の属性と返納後の生活等に関する設問の関連性をみるためにクロス集計分析を行った。その結果、「女性」や「返納後ほぼ毎日外出している返納者」は返納後に健康を崩すことが少ないのに対し、「男性」や「返納後月に1回程度以下の外出頻度の返納者」は返納後に健康を崩しやすくなっていることなどが把握された。

3-3 返納の評価に与える影響要因の分析

運転免許返納に対する家族の評価に与える影響要因を探るため、数量化Ⅱ類モデルを用いた判別分析を行った。

返納に対する家族の5段階評価では、否定的な回答が12名(4%)と少ないため、「非常に良い」と「どちらでもない(＋良くない・全く良くない)」の2判別とし目的変数とする。説明変数には返納者の属性やクロス集計で有意差がみられた項目を中心に用いる。判別分析の結果を表-3に示す。

レンジ・偏相関係数をみると、運転免許返納に対する家族の評価に対して「返納した最大理由」「周辺施設の有無」「現在の外出頻度」が大きな影響を及ぼしている。

また、カテゴリーに注目すると「(返納者が)85歳以上」「家族の説得により返納」「健康・身体能力の低下が最大理由」「返納後、ほぼ毎日外出」に該当する返納者の家族は、運転免許返納に対して非常に良い評価をもっている傾向が強い。逆に、「(返納者が)65～74歳」「運転頻度の少なさ・運転の必要性の低下が最大理由」「自宅周辺には住宅以外に何もない」「返納後、週3回程度以下の外出」「返納後、健康を崩しやすくなった」に該当する返納者の家族は、運転免許返納に対して肯定の評価をもっていない傾向にある。

3-4 返納率向上策の関連分析

どのような人が返納率向上策を望むのか傾向を探るため、コレスポンデンス分析を行った。しかし、返納者の属性や返納後の生活等と返納率向上策にはあまり傾向は見出せなかった。

4. おわりに

本研究は、運転免許返納者と同居する家族を対象とした免許返納後の生活等に関するWebアンケートについて集計・分析した。その結果、自宅周辺の商業機能を確保すること、公共交通機関の利便性向上により外出頻度を増加させること等が課題として挙げられる。

今後の課題として、上記の都市及び交通計画課題を踏まえ具体的な対策を考える必要がある。

参考文献

- 1) 齋藤洸大:運転免許返納後の生活等に与える影響分析と都市計画的課題の検討, 大同大学卒業論文, 2020.
- 2) 一般社団法人全日本指定自動車教習所協会連合会: 高齢運転者支援サイト, <http://www.zensiren.or.jp/> (2020年10月閲覧)。

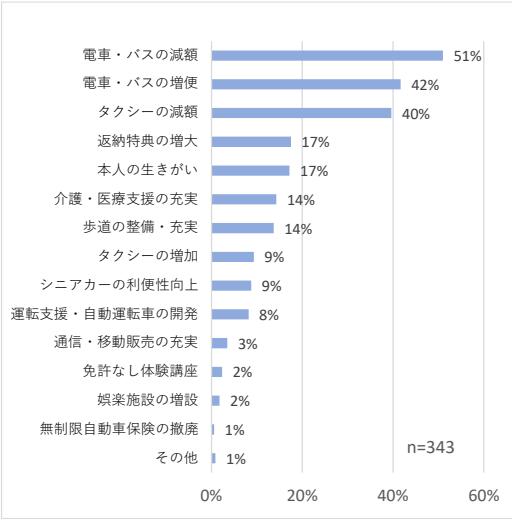


図-1 返納率向上策

表-3 数量化Ⅱ類モデル

アイテム	カテゴリー	データ数	カテゴリーウェイト	レンジ	偏相関係数
			どちらでも以下⇔非常に良い		
返納者の性別	男性	94	0.075	0.215	0.046
	女性	51	-0.139		
返納者の年齢	20～64歳	12	0.230	0.881	0.144
	65～74歳	24	-0.431		
	75～84歳	72	-0.126		
	85歳以上	37	0.451		
返納のきっかけ	家族の説得	45	0.390	0.566	0.118
	自主的	100	-0.176		
返納した最大理由	交通事故への恐怖心	61	0.187	2.316 (1)	0.292 (1)
	運転頻度の少なさ	18	-1.090		
	健康的理由	13	0.518		
	身体能力低下	43	0.456		
返納前の運転頻度	週1回程度以上	98	-0.027	0.082	0.016
	月1回程度以下	47	0.055		
周辺施設	住宅以外ない	6	-2.044	2.133 (2)	0.197 (2)
	何かはある	139	0.088		
現在の外出頻度	ほぼ毎日外出	43	0.594	0.897 (3)	0.181 (3)
	週3～5回	44	-0.303		
	週1～2回	40	-0.282		
	月1回以下	18	-0.051		
返納後の体調変化	特になし	125	0.053	0.382	0.060
	体調を崩しやすくなった	20	-0.329		
全体n=145 重心: 非常に良い・0.296 どちらでも以下・-0.637				相関比	0.190
				判別率	73.8%

家庭系ペットボトル及びプラスチックごみの処理に関する考察

A15327 戸松 将典

指導教員 堀内 将人

1. はじめに

プラスチックは石油製品であり、自然環境中で分解されない。近年、プラスチックごみの発生量¹⁾ (図-1)が地球規模で急増し続け、海洋に排出されるプラスチックが環境汚染問題として注目されている。今日、生活必需品に多用されるプラスチックに人間は依存した生活を送っている。軽い・安い・丈夫で便利なプラスチックを適正に利用し、適正に廃棄する生活を送るべきと考える。

2. 本研究の目的

本研究では、家庭から排出される一般系プラスチックごみに注目する。愛知県では、収集された一般系プラスチックごみの処理方法^{2) 3)}に違いがある(図-2)。本研究では、日本においてのごみ処理の歴史、ペットボトル及びプラスチック製容器包装のリサイクルシステムやお金の流れを調査・整理するとともに、下記の項目を愛知県内の全市町村ごとに調査し考察する。

①人口

②プラスチック製容器包装・ペットボトルに関する収集・処理費用

③ペットボトルの業者への引き渡し量

④ペットボトルの有償拠出金

⑤プラスチック製容器包装の業者への引き渡し量

⑥プラスチック製容器包装の合理化拠出金

⑦ペットボトルの引き渡し業者・量・再商品化製品

【考察する項目】

(1)処理方法の違いが何に起因するのか

(2)市町村ごとの特性

(3)特性を踏まえた、より理想的な処理方法

加えて、プラスチックごみに関する海外の事例を調査し、日本人の国民性や文化の違いを考慮しつつ、日本で実現可能なプラスチックごみ対策について考察する。

3. 愛知県全市町村の調査

本研究の目的のひとつである、ペットボトル及びプラスチック製容器包装のリサイクルシステムやお金の流れを図-3に示す⁴⁾。有償拠出金・合理化拠出金制度により自治体の品質向上や減量への取り組みを促す。

(1) 有償拠出金

ペットボトルの大部分は有償入札による取引がなされている。再商品化事業者が同協会に有償入札をした場合、再商品化後に、再商品化事業者から同協会に有償分のお金が支払われる。同協会は、この収入を取りまとめ、消費税相当額を除く全額を、引き渡し量と落札単価に基づいて該当する各々の市町村へ拠出する。すなわちペットボトルは、リサイクルをすることによって市町村にキャッシュバックが発生する。

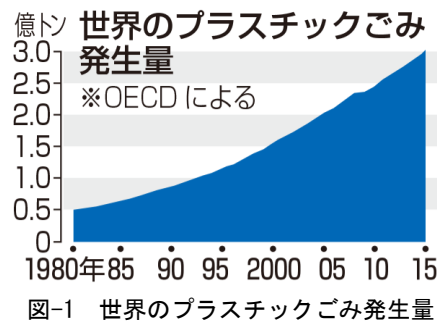


図-1 世界のプラスチックごみ発生量

プラスチック製容器包装 指定袋に入れて 主にプラマーク ²⁾ が付いているものが対象です。		週1回
資源ごみ		
ポリ袋類		スーパー、コンビニなどの袋 菓子、ラーメン、ペットボトルなどの外フィルム 野菜、冷凍食品などの袋
トレイ類		刺身、生鮮食品などのトレイ コンビニ弁当などの容器 ※軽く洗ってください
パック、 カップ類		卵、豆腐などのパック プリン、ゼリー、カップラーメンなどのカップ (紙製のものは対象外) ※軽く洗ってください
緩衝材類		家電製品などの緩衝材として使用された発泡スチロール (大きいものは、砕いて袋に入れてください) 気泡緩衝材(通称プチプチ)
その他 プラスチック製 容器包装		中がきれいに洗ってあるプラスチック製容器、ボトル プラスチック製のふた(ペットボトルのキャップ)
プラスチック製 容器包装に 出していないもの		商品そのもの(プラスチック製のおもちゃ、洗面器、バケツ、歯ブラシなど) 中が洗えないもの(マヨネーズ、クチャップ、わさび、歯みがき粉などのチューブ) プラスチック製でも対象外のもの(クリーニングや新聞の包装用袋、荷造り用の梱包ひもなど) 燃えるごみで出してください



図-2 尾張旭市²⁾ (上)と瀬戸市(下)のごみ分別表³⁾

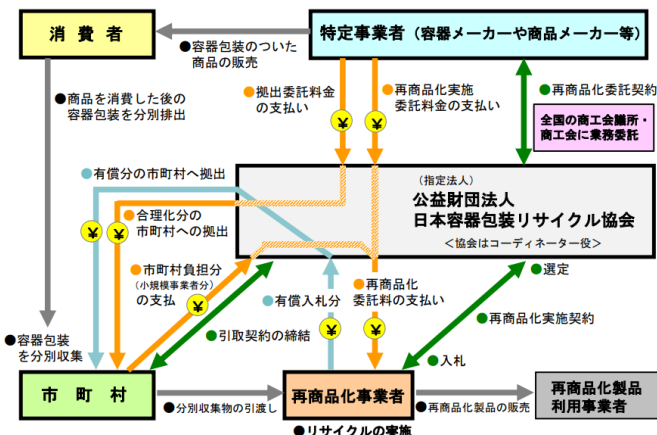


図-3 日本容器包装リサイクル協会の役割⁴⁾

愛知県の有償拠出金額⁵⁾は表-1 に示す通りである。ベール品質と落札価格の相関はみられなかった。

(2) 合理化拠出金

拠出金総額を「品質」基準による配分と「低減額」貢献度による配分に2分の1ずつに振り分ける。各々の配分基準を満たした市町村に対して、引き渡した実績量と品質に応じて支払われる。市町村の品質による配分はプラ製容器包装廃棄物1kg当たり約0.14円で、一宮市では0.05円であった。ベール品質に起因するものではなく他に原因があると考えられるが明確な理由は不明である。

(3) プラ製容器包装の全量焼却

日本容器包装リサイクル協会と契約しておらず、プラスチック製容器包装廃棄物を再資源化していない市町村数は54市町村中16市町村である(表-2)。そのうち13市町村(表-3)は全量焼却している。焼却することで得られるメリットは、発熱量が高いため焼却の際の燃料の代わりになることである。デメリットはダイオキシンなどの有毒ガスが発生するため排気の浄化にコストがかかることや、高温で燃えるため炉を傷める可能性があることである。

4. 海外事情を参考にしたプラごみ処理の今後について

ドイツやフランスではプラごみを混合回収し、大規模な選別センターで選別を行うことでプラスチック廃棄物の価値を生み出し、事業として民営化している。このシステムを日本に導入することでプラごみの資源としての価値が向上し、再資源化のコストも抑えられると考える。国土の狭さ故、大規模な選別センターを導入する事は現実的ではない。そのため既存のごみ処理施設数の一部を選別センター化し、素材や汚れ具合に応じて選別したのち売却する。これによりマテリアルリサイクルされるプラごみの純度が向上し、よりよいリサイクル製品が生まれる。ペットボトルごみの価値をより高めるには、分別と綺麗さが重要である。より効果的に回収率とペットボトルごみの価値を向上させるためにデポジット制の導入と投入式の回収装置を設置する。投入式の回収装置はキャップとラベルの分離および分別、洗浄を自動化するものである。これによりペットボトルごみの価値が上がる。同時に預託金の返却も行うことで回収率が向上すると考える。

参考文献

- 1) 日本経済新聞 2018年8月6日：プラごみ年3億トン発生、損害は1兆円超 OECD
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO33836590W8A800C1CR0000>
- 2) 尾張旭市：令和2年度尾張旭市ごみの出し方
<https://www.city.owariasahi.lg.jp/kurasi/seikatu/gomi/documents/gomidashi2020.pdf>
- 3) 瀬戸市：2020年度ごみ・資源物の出し方
<http://www.city.seto.aichi.jp/docs/2020021300017/files/gomishigennbutu.pdf>
- 4) 公益財団法人 日本容器包装リサイクル協会：容器包装リサイクル制度について(令和2年11月)
<https://www.jcpra.or.jp/Portals/0/resource/manufacture/text/seido-r02.pdf>
- 5) 日本容器包装リサイクル協会：市町村・一部事務組合別PETボトル有償拠出金配分額一覧(平成31年度愛知県)
https://www.jcpra.or.jp/Portals/0/resource/00oshirase/yusho-kyosyutsu/pdf_r01/23_aichi.pdf

表-1 平成31年度各市町村の有償拠出金一覧⁵⁾

※知多南部衛生組合は南知多町と美浜町

市町村又は組合名	引渡量(トン)	配分金額(円)	引渡量1kg当たりの配分金額(円)
名古屋市	7,465.47	396,723,227	53.1
豊橋市	390.64	14,807,694	37.9
岡崎市	160.86	4,441,154	27.6
一宮市	566.24	30,195,849	53.3
瀬戸市	254.26	14,216,903	55.9
春日井市	604.25	36,213,410	59.9
豊川市	609.52	31,156,234	51.1
津島市	50.88	2,777,153	54.6
刈谷市	327.75	17,053,291	52.0
豊田市	951.68	60,109,648	63.2
西尾市	389.84	22,270,151	57.1
蒲都市	179.56	9,390,009	52.3
犬山市	168.43	10,246,900	60.8
小牧市	364.91	19,873,415	54.5
新城市	65.67	3,869,229	58.9
東海市	309.66	16,534,125	53.4
大府市	167.22	8,777,220	52.5
知多市	75.98	4,038,716	53.2
知立市	163.36	8,658,461	53.0
尾張旭市	165.04	8,659,384	52.5
岩倉市	52.38	2,799,067	53.4
豊明市	121.63	6,485,699	53.3
田原市	197.26	10,231,606	51.9
みよし市	56.68	3,039,829	53.6
長久手市	106.08	5,593,169	52.7
東郷町	39.69	2,048,181	51.6
大口町	45.29	2,410,829	53.2
扶桑町	23.95	1,344,256	56.1
阿久比町	70.30	3,738,371	53.2
東浦町	139.49	7,313,729	52.4
幸田町	90.51	4,678,705	51.7
知多南部衛生組合	87.69	4,068,301	46.4

表-2

無契約の市町村

瀬戸市	飛島村
愛西市	南知多町
弥富市	美浜町
大治町	碧南市
設楽村	豊川市
東栄町	豊山町
豊根村	あま市
蟹江町	新城市

表-3

全量焼却している市町村

瀬戸市	蟹江町
愛西市	飛島村
弥富市	南知多町
大治町	美浜町
設楽村	碧南市
東栄町	豊川市
豊根村	

アンケートによるプラスチックごみ問題の意識調査

A17361 渡邊 真人

指導教員 堀内 将人

1. はじめに

世界では、プラスチックごみの流出による海洋汚染が問題となっている。プラスチックは分解性が低い
ため、海洋に流出してしまうと長期間にわたり環境中に留まってしまう。何も対策を取らないと 2050 年
には海洋プラスチックごみの総重量が魚の総重量を超えるとの予測もある¹⁾。海洋プラスチックごみは生
態系を含めた海域への影響があり、食物連鎖を通じた人への影響も懸念されている。

2. 本研究の目的

プラスチック製品は、国民のほぼすべてが日常使用する認知度の高い製品であり、とても便利度が高いも
のである。プラスチック問題の対処法はプラスチック製品を紙製品等に置き換え、その便利さを諦める方法
と、プラスチック製品・包装を適切に処理するという方法の 2 つに大別できる。そのために本研究では、WEB
アンケートと土木・環境専攻学生へのアンケートを通じて、国民のプラスチック問題への意識を評価すると
ともに今後どちらの対

処法を主軸に対策する
べきかを考察する。

3. アンケート実施方法

WEB アンケートは楽天
インサイト社に依頼し、
10 月 23 日～10 月 26 日
まで配信した。総回答者
数は 500 人でアンケー
ト結果を比較しやすく
するために男女と 20 代

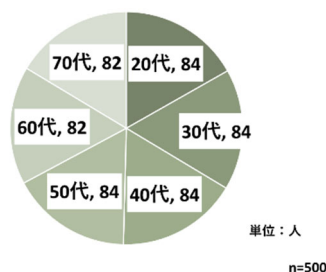


図-1 インターネットアンケートの年代別回答者数

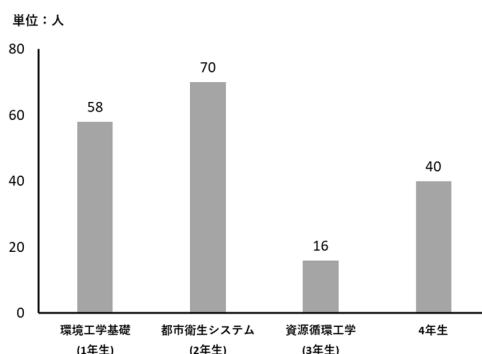


図-2 学生へのアンケートの回答者数

～70 代の 10 歳ごとの回答者数を均等にした(図-1)。土木・環

境専攻学生へのアンケートは 1 年生～3 年生は授業時間内に実施し、4 年生は各研究室に自らアンケートを
配布し、11 月 27 日までに回答をしてもらうよう依頼した。それぞれの回答者数は図-2 の通りである。

4. アンケート結果および考察

4-1. 回答者の関心度比率

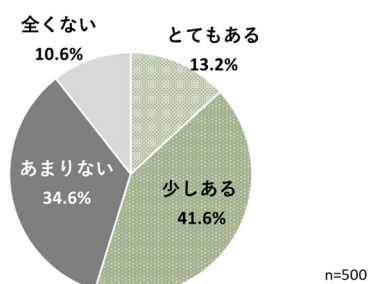


図-3 プラスチック製容器・包装への関心度

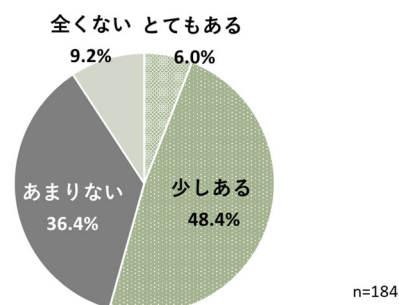


図-4 プラスチック問題への関心度

インターネットアンケートでは「プラスチック製容器・包装」への使用に関する関心度を調査し(図-3)
土木・環境専攻学生へのアンケートでは「プラスチック問題」への関心度を調査した(図-4)。インター
ネットアンケートでは幅広い年代の方に対して「使い捨てプラスチック製品」への意識度を調査するため、
このような質問にした。土木・環境専攻学生へのアンケートでは、「環境」を学んでいる学生が「プラス
チック問題」に対してどれほど関心があるのか調査するため、このような質問にした。プラスチック製容
器・包装への使用に関する意識度は「とてもある」「少しある」合わせて、54.8%であった。プラスチック

問題への関心度は 54.4%と「環境」を学んでいる学生としてはそこまで高い割合ではなかった。

4-2 レジ袋への感じ方とエコバッグの浸透度からみる「レジ袋有料化」の有効性

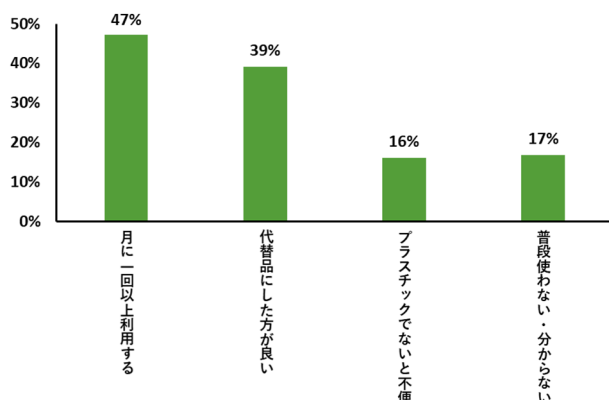


図-5 全回答者のレジ袋の感じ方

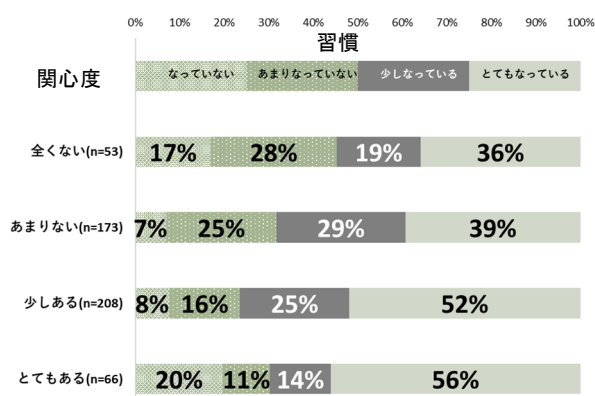


図-6 関心度別でのエコバッグへの習慣度の割合

レジ袋へのそれぞれの感じ方を全体での集計と関

心度別でクロス集計をした(概要ではクロス集計は割愛)。全体でのレジ袋への感じ方は図-5の通りである。50%を下回る利用率であるため、レジ袋有料化の効果が徐々に出ており、エコバッグの使用頻度が徐々に上がってきていると考える。関心度別での「エコバッグを持ち歩くことが習慣になっている」の割合は図-6の通りである。関心度が「全くない」人は習慣に「とてもなっている」人が36%に対して、関心が「とてもある人」は56%と、関心が上がるにつれてエコバッグの習慣度も上がっている。「レジ袋有料化」が施行されてから約5ヶ月経つが、レジ袋を利用する人が減り、エコバッグが習慣になってきていることから、順調に成果が出てきているのではないかと考える。

4-3 プラスチック製ストロー廃止」と「レジ袋有料化」によるプラスチックへの意識の変化

両対策の本来の目的は、他のプラスチック製品に対しての利用の意識改革を促すことである。プラスチック対策の代表的なこの2つの対策によってどれだけ人々が意識改革されているのかを調査した。集計結果は図-5の通りである。「プラスチック製ストロー廃止」は意識が「少し変化した」「とても変化した」人を合わせて32%なのに対して、「レジ袋有料化」は59%であった。「プラスチック製ストロー廃止」はスターバックスなどに通わない人は「紙ストロー」に移行しても気付かないため、意識改革は限定的であると考え。一方、「レジ袋有料化」はスーパーを始め、「レジ袋」を提供している店のほぼ全てで実施されている。そのため、国民が肌で「レジ袋有料化」を感じる事ができる。そこから、国民の認知度が高く意識改革も進んでいるのでは無いかと考える。

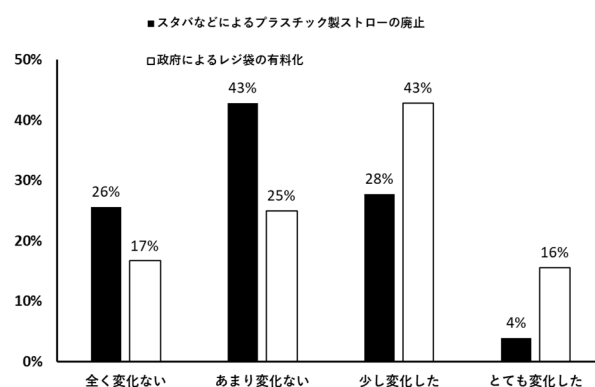


図-5 意識の変化の割合の比較

6. おわりに

国民は視覚によって影響されやすいことが分かった。例えば、レジ袋を「生分解性プラスチックへの移行」では従来のレジ袋と見分けが付かないため、「紙製へ移行」や「法律化」の方が有効であると考え。また国民は情報によって、左右されるため「プラスチック=悪」と伝えるのではなく、「一人一人の行動を見直すことで改善出来る」ことを伝えていく必要があると考える。

今後の課題として、現在は「報道」や「対策」がされているため、関心が高い傾向にあるが、この状態をこれからも継続できるような伝え方をしていく事でプラスチック問題が改善に向かっていくと考える。

参考文献

- 1) 環境白書 第3章プラスチックを取り巻く状況と資源循環体制の構築に向けて pp. 68-70 令和元年度

1. はじめに

トウモロコシは芯を食べないため廃棄率は50%にも上り、そのうちの80%は芯である。食用トウモロコシのほぼすべては家庭で食べられているため、消費量に比例して芯の廃棄量は多くなる。単純計算ではあるが、トウモロコシの国内生産量は24万トン(2015年)なので9万トン以上もの芯が廃棄されていることになる。そこで大量に廃棄されてしまう芯を有効活用できないかと考えた。

2. 研究目的

本研究ではクロム、ヒ素、セレン、カドミウム、アンチモン、鉛の6元素を検討対象重金属とし、トウモロコシの炭化材を用いた重金属廃水処理に関して、吸着能を高める前処理方法、吸着効果に及ぼす諸因子の影響などの面から実験的検討をする。

3. トウモロコシ炭による重金属吸着実験について

3-1. トウモロコシ炭の作成

トウモロコシ炭の作成手順を以下に示す。

- ①トウモロコシの芯を1センチ角程度にサイコロカットする。
- ②乾燥機(STAC P-50M SHIMADZU)にて乾燥温度100℃、保持時間12時間で乾燥させる。
- ③磁皿にトウモロコシの芯を入れ、電気炉(NHK-170 NITTO KAGKU CO)を用いて炭化温度300℃、450℃、600℃の異なる条件で熱し、トウモロコシ炭を作成する(写真-1)。

- ④トウモロコシ炭をすり鉢により粉末にし、ふるいで、2.36~0.5mmに揃える比較のため、市販の粒状活性炭(4~10mesh)も実験に供した。

3-2 トウモロコシ炭を用いた重金属吸着実験

3-2-1 模擬廃水の作成

重金属吸着実験では、重金属の中からCr、As、Se、Cd、Sb、Pbの6種の重金属標準液(1000mg/L)を精製水で希釈してそれぞれ5mg/Lの濃度に調整し、同時に塩酸と水酸化ナトリウムを用いてpHを2、6に調整したものを模擬廃水として実験に用いた。

3-2-2 実験方法

前年度の立木の実験¹⁾を参考にして、固液比は1(吸着材):50(模擬廃水)とする。100mLポリビンに50mLの模擬廃水とトウモロコシ炭または活性炭1gを投入し、1時間振とう攪拌する。5分間静置した後、0.45μmのメンブレンフィルターでろ過する。採取した試料と0.12%希釈硝酸で希釈試料を作成し、ICP質量分析器(ICP-MS Agilent7500ce)で重金属濃度を測定する。実験は全て同一条件の試料を3つ用意した。

3-2-3 実験結果

固液比1(トウモロコシ炭):50(模擬排水)で実験した場合の各重金属除去率をそれぞれ図-1,2に示す。pH2の条件下ではどの炭化温度のトウモロコシ炭も、すべての重金属に対してほとんど除去効果が見られなかった。pH6の条件下では、炭化温度300℃のトウモロコシ炭はカドミウムを半減させ、炭化温度450℃、600℃のトウモロコシ炭はカドミウムを90%以上吸着除去した。この実験結果から、吸着除去率の高かったカドミウムに絞って今後の実験を行うこととした。



写真-1 完成したトウモロコシ炭

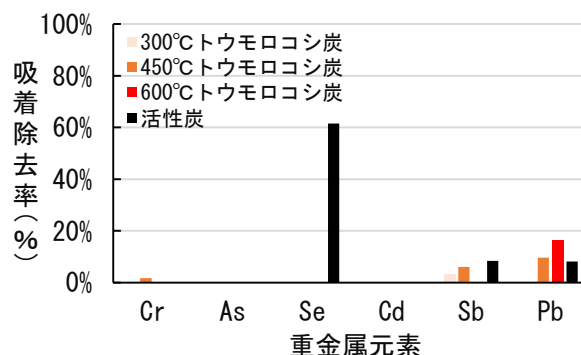


図-2 固液比 50:1・pH 6 での吸着除去率

3-3 模擬廃液のpHが吸着除去率に及ぼす影響

カドミウムの標準液(1000mg/L)を精製水で希釈して5mg/Lの濃度、pH 3、4、5 に調整し、模擬廃水として実験に用いた。固液比は1:50に設定し、3-3-2の重金属吸着実験と同じ手順で各pHでの実験を行った。各pHのカドミウム吸着除去率を図-3に示す。どのトウモロコシ炭もpH 3以上のときに吸着能を発揮した。また炭化温度300℃のトウモロコシ炭は、どのpHにおいてもカドミウム濃度を半減させる程度の吸着能しか発揮できないため、カドミウムの吸着に不向きと判断し、今後のカドミウムの吸着を目的とした実験には用いないことにした。

3-4 固液比が吸着除去に及ぼす影響

3-2と同様の実験方法で、pH 6の模擬排水50mLに対して固液比を変化させ実験を行った。結果は図-4の通りである。いずれの炭も吸着材量が1g以上になると、吸着除去率はほぼ一定値となった。このことからトウモロコシ炭が吸着能を十分に発揮するには固液比を1:50以上にすることがわかった。

3-5 トウモロコシ炭からのミネラル溶出実験

活性炭と作成した3種のトウモロコシ炭をpH 2、pH 6の調整した精製水50mLに1g投入し、振とう機を用いて一時間振とう接触させ、溶出した Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 、 K^{+} を原子吸光分析器(AA-6200 SHIMADZU)により測定する。カリウムイオン以外はpH 6よりもpH 2で溶出量が多くなった。しかし K^{+} は他のイオンと違い、炭化温度450℃、600℃ではpH 2のときよりもpH 6で溶出量が多くなった。

3-6 CEC(陽イオン交換容量)

各炭におけるCECの測定結果を図-5に示す。炭化温度300℃は他の二種のトウモロコシ炭と比べ、CECが劣る結果となったが、トウモロコシ炭はどの炭化温度においても活性炭と比べCECが高いという結果になった。しかしカドミウムやその他の重金属の吸着率は活性炭の方が高い。その理由として、トウモロコシ炭はクロム、ヒ素、セレン、アンチモン、鉛に対して効果がなかったが、その他の陽イオンに対して吸着効果があるのではないかと考えた。どのような形態の陽イオンをより多く吸着するかは、今後の研究課題とする。

4 他のバイオマス吸着材との比較

カドミウムの吸着除去について過去に行われた茶殻、コーヒー粕、米糠、鶏卵殻の研究と本研究との比較を行った。どの研究の模擬廃水濃度も5mg/Lで固液比は50:1について比較した。なお、トウモロコシ炭についてpH 6、炭化温度600℃を比較対象とした。トウモロコシ炭の吸着除去率は94.0%であり、比較対象の中ではトウモロコシ炭は鶏卵殻の98.7%に次ぐ第2位の吸着除去率となった。カドミウムに対しては優れた吸着能を有していることが分かり、重金属排水処理の有効性は十分にあると考えられる。

参考文献

- 1) 立木郁也, 鶏卵殻を用いた重金属含有廃水の処理に関する実験的検討, 大同大学卒業研究(2019)
- 2) 樋本匡希, 平田大和: 茶殻を用いた廃水中重金属の除去に関する実験的検討, 大同大学卒業研究(2018)
- 3) 島村裕一, 平川 棕: コーヒー粕を用いた重金属含有廃水処理の実験的検討, 大同大学卒業研究(2017)
- 4) 内山龍平, 杉浦大智: 米糠を用いたカドミウム・アンチモン含有廃水処理の効率化に関する実験的検討, 大同大学卒業研究(2017)

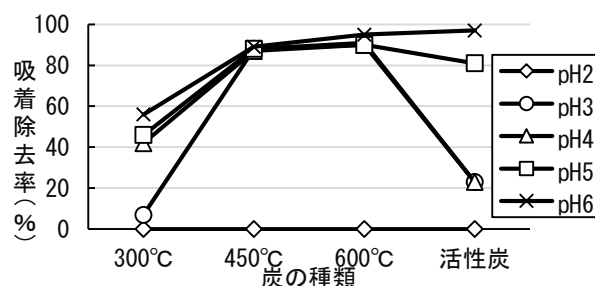


図-3 各pHのカドミウム吸着除去率

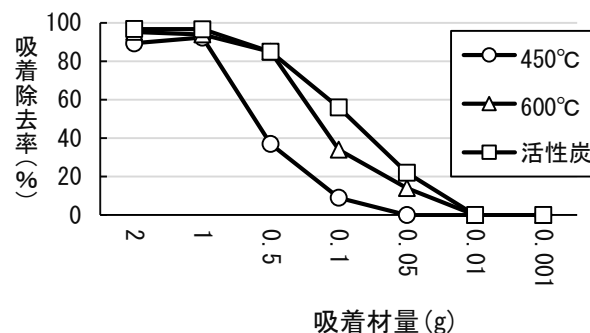


図-4 固液比ごとの吸着除去率

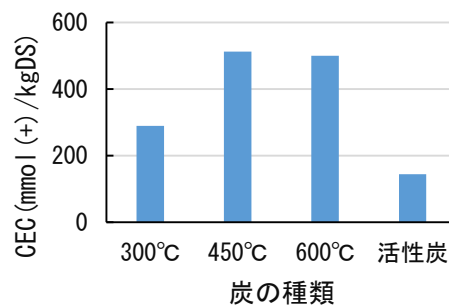


図-5 CECの測定結果

納豆菌と杉木材を用いた水質浄化材の開発と浄化能の評価

A17305 飯田 貴 指導教員 堀内 将人

1 はじめに

名古屋市内を流れている河川も、近年における急激な産業発展や人口増加に伴って、工業及び生活排水等が増え、それに由来する水質汚濁が問題となっている。水質を改善する浄化材は様々なものが市場に出回っているが、その中には菌類を用いたものがある。本研究で用いる納豆菌を使用した浄化材も複数開発され、納豆菌をポーラスコンクリートに封入した EBB（エコバイオ・ブロック）や納豆菌のネバネバ成分由来の水質汚濁凝集剤である PGα21Ca などが製品化されている。

1-2 納豆菌の概要

納豆菌(*B.subtilis*(natto))とは、栄養細胞が直径 0.8μm、長さ 3μm 程度の大きさの枯草菌の 1 種である。芽胞状態では煮沸 30 分程度では死滅せず、酸やアルカリにも強く乾燥にも耐え、7%程度の塩濃度下でも生育する。納豆菌は有機物を分解することや濁度を改善することが確認されている。これらのことから、納豆菌は過酷な自然環境下においても増殖し、水中の有機物の分解や濁度の改善を行うことが期待できる。

1-3 杉木材の概要

日本には間伐がなされず手入れの行き届いていない人工林が大量に存在する。間伐材には商品価値がほばないことが、積極的な間伐がなされない一つの要因である。したがって間伐材の利用価値が高まれば、人工林の手入れも進むと考えられる。人工林の多くを占める針葉樹は多孔質で、広葉樹よりも有機物の吸着に向いていると考えられる。

2 研究目的

本研究の目的は、杉木材に納豆菌を定着させた浄化材を作成し、その浄化材による水中有機物の浄化効果を実験的に明らかにすることである。

3 予備実験および本実験準備

本実験で使用する浄化材は、自作の培養液に納豆菌を混和させ、その溶液に杉木材を浸漬・乾燥させることで作成している。本章では、培養液に混和させる納豆菌の個数を決めるための実験、培養液・浄化材の作成方法と本実験前に行う実験準備について述べる。

3-1 木材の吸水量の測定

本研究で使用する浄化材には、納豆菌を 1 億個定着させようと考えた。木材が培養液をどの程度吸水するかによって納豆菌の添加量が変わるため本予備実験では様々な条件を加えた木材についてその吸水量を測定した。その結果、加圧処理した木材が 5.97mL と最も吸水することが判明した。（表-1）

3-2 培養液の作成

浄化材に使用する培養液に添加する納豆菌の量は前述の実験で 5.97mL と判明した。定着させる納豆菌を 1 億個、菌 1g に含まれる個体数を 300 億個と考えると添加する納豆菌の量は 0.57g と見積もったが（表-2）、実際には菌 1g あたりの個体数は約 4 兆 6 千億個であったため、実験に使用した浄化材には正しくは 2 兆 6 千億個菌が添加されていたこととなる。培養液は精製水 1L にグルタミン酸ナトリウム 10g と砂糖 30g を加え、圧力鍋にて滅菌処理を行い、杉木材を浸漬させる直前に納豆菌を添加した。

3-3 浄化材の作成

上記の培養液に杉木材を 24 時間浸漬させた後、乾燥機にて 50℃で 4 時間ほど低温乾燥させた。

表-1 吸水量の結果

		重さ (g)			吸水量 平均(g)
		吸水前	給水後	給水量	
普通	1	12.45	15.39	2.94	2.88
	2	13.44	16.19	2.75	
	3	13.25	16.18	2.94	
乾燥	1	11.26	21.45	10.19	5.90
	2	13.35	17.27	3.91	
	3	12.61	16.20	3.59	
やすり	1	13.57	17.34	3.77	3.60
	2	13.57	17.17	3.60	
	3	12.90	16.33	3.44	
加圧	1	12.31	16.45	4.14	5.97
	2	12.67	17.03	4.36	
	3	12.13	21.54	9.41	

表-2 培養液の条件

条件	1g当りの納豆菌数	300億
	納豆菌の定着量(個)	1億
	木材の吸水量(mL)	6
	培養液中の菌(個/mL)	16700000
培養液の材料	精製水(mL)	1000
	培養液中の菌(個)	16,700,000,000
	粉末納豆菌(g)	0.56
	砂糖3%(g)	30
	グルタミン酸1%(g)	10

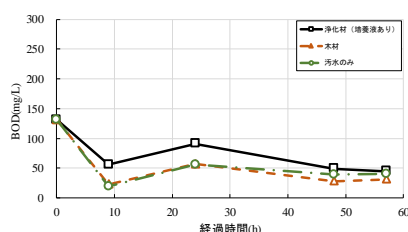


図-1 BODの結果

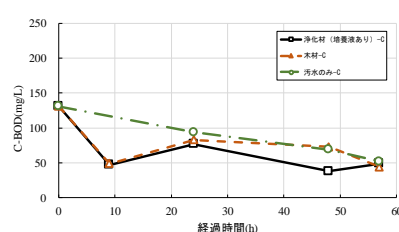


図-2 C-BODの結果

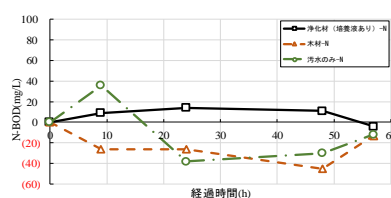


図-3 N-BODの結果

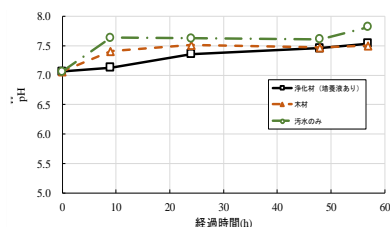


図-4 pHの結果

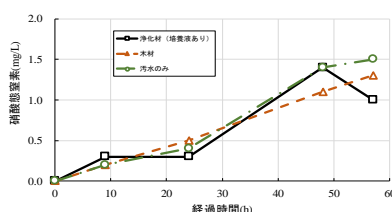


図-5 硝酸態窒素の結果

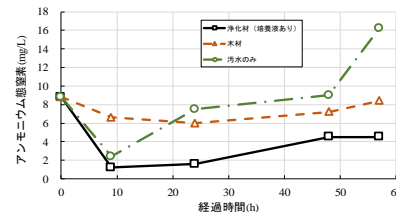


図-6 アンモニウム態窒素

3-4 汚水の作成

汚水は、精製水に鶏糞と配合肥料を加えて作成した。人工汚水に加える鶏糞・配合肥料の量は水の重量に対しての割合で決まる（濃度5%の汚水＝水1Lに対して鶏糞・配合肥料5g添加）。

4 本実験

4-1 実験方法

本実験で使用する汚水には様々な濃度、曝気時条件を設定した。本概要では人工汚水濃度0.1%を常時曝気し、室温を24℃に保つようにした。水質測定のための採水は、午前10時と午後7時の9・15時間周期で計6回行い、測定項目はBOD、C-BOD、N-BOD、pH、栄養塩（硝酸態窒素、アンモニウム態窒素）である。C-BODとはアリルチオ尿素を加えて硝化反応を抑えたBODであり、N-BODとは硝化反応のBODへの影響量を表すものである。

4-2 結果および考察

実験結果としてBODを図-1、C-BODを図-2、N-BODを図-3、pHを図-4、硝酸態窒素を図-5、アンモニウム態窒素を図-6に示す。実験結果は、木材と汚水のための試料のBOD低く浄化材のBODが最も高い結果となった。しかし、硝化反応を抑えたBODであるC-BODの結果は2番目に低く、最も低いのは木材のサンプルであった。栄養塩であるアンモニア態窒素の濃度は浄化材が最も低くなっているが、硝酸態窒素の濃度は全て試料で同じような推移をしている。pHに関しては多少の差異はあるがほぼ同じである。浄化材を入れた汚水のBODが最も高い数値となったが、N-BODの高さから硝化反応の影響を受けていることが見て取れる。この反応は浄化材のみに起きているため納豆菌の働きに由来するものだと考えられる。それとともに浄化材添加汚水のアンモニア態窒素濃度が3つの試料の中で最も低く、実験開始から9時間で7.6mg/L硝化している。これらの結果のことから、汚水を曝気しながら実験を行うことで、有機物を分解しながら窒素成分の硝化反応が進んでいることが分かった。

5 おわりに

納豆菌を用いた水質浄化材はいくつか製品化されているが、本研究で作成した水質浄化材は納豆菌を杉木材に定着させた独自の浄化材であり、納豆菌による汚水の浄化と放置状態の人工林の環境改善の2つを同時に進めることができる。長所は、誰でも簡単に作成することができること、富栄養化の原因であるアンモニウム態窒素を硝化し水中の有機物を分解すること、人工林の環境改善につながる事が挙げられる。短所は浄化材を使用する河川や湖沼に十分な溶存酸素がないと本来の働きを期待できないこと、杉木材は水よりも軽いため水中に沈めることができないことである。これらの短所を解決する手段として、私は浄化材を水車に加工することが有用であると考え。水車にすることで、浄化材が水中の有機物と空気中の酸素に交互に触れ合うため溶存酸素量を考慮する必要がなく、水中に沈める必要性もない。今後の課題には、浄化材を水車にして実験を行うことは現実的ではない為、浄水処理施設で使われる回転円盤に加工し実験に用いることや試料水中の溶存酸素量による浄化材能の変化などが残った。

もみ殻を用いた重金属廃水処理に関する実験的研究

A17345 久江 省吾

指導教員 堀内 将人

1. はじめに

牡蠣の殻などのバイオマスを用いた重金属処理が期待されている。本研究では日本の主食として大量に生産されているコメに注目し、その生産に伴い廃棄されているもみ殻を用いた重金属含有廃水に対する吸着処理性能について実験的検討を実施した。

2. 研究目的

以下の通り研究目的を設定した。

- (1) 毎年大量に発生するもみ殻の新たな利用として重金属吸着に注目し、クロム、ヒ素、セレン、カドミウム、アンチモン、鉛の中で吸着効果の高い重金属を実験的に明らかにする。
- (2) 炭化させたもみ殻に塩酸による処理を行うことで、吸着材としての効果をさらに高める可能性を実験的に明らかにする。
- (3) 当研究室でこれまでに検討したバイオマス吸着材と比較して、もみ殻吸着材の性能を考察する

3. 重金属吸着実験

3-1 バイオマス吸着材の作成

バイオマス吸着材として、電気炉によって炭化させたもみ殻、塩酸による処理を施したもみ殻、前処理の有効性の確認をするため無処理のもみ殻を用意した。炭化処理では 350℃と 550℃の 2 パターンの炭化温度を設定し、さらに 350℃と 550℃で炭化したもみ殻の一部を、0.5N の塩酸に 2h 浸漬させ、蒸留水で洗浄し乾燥させることで塩酸処理吸着材を得た。

3-2 模擬排水の調製

クロム、ヒ素、セレン、カドミウム、アンチモン、鉛の 6 種類の重金属標準液(1000mg/L)を 5mL 取り、精製水で 1L として重金属濃度 5mg/L の模擬廃水を作成した。模擬廃水は NaOH または HCl を用いて所定の pH に調整した。

3-3 実験方法

模擬廃水 50mL に対して計 5 種類のバイオマス吸着材を各々 1g 投入したものを 30 分振とう攪拌させる。シリンジを用いて上澄み液を採取し、0.45 μ m メンブレンフィルタでろ過し遠沈管に入れた測定試料の重金属濃度を ICP 質量分析器で測定する。得られた測定結果から、バイオマス吸着材による吸着除去率を算出する。再現性確認のため同一条件の実験を 3 つずつ行った。

3-4 実験結果

pH7.6 の模擬廃液に液固比 50 : 1 の場合の吸着除去率は表-1 のようになった。塩酸処理を施さない吸着材では、Se、Cd、Pb に大きな吸着効果が認められる。塩酸処理を施した吸着材と 550℃の吸着材では吸着実験後の pH が変化している。Cd と Pb でマイナスの除去率になったのは上澄み液 pH の低下による溶解度の変化が原因だと考えられる。pH3、pH5、pH7、pH9 の廃液における各重金属の濃度測定値を表-2 に記す。Cd 濃度では pH が 9 になると溶解度が低下し、濃度が低い値になっている。このことが 550℃の吸着材の実験結果に影響を及ぼしてい

表-1 各もみ殻吸着材の吸着除去率 (液固比 50 : 1)

吸着材 重金属	350℃	350℃+ 塩酸処理	550℃	550℃+ 塩酸処理	無処理
Cr	22.5%	24.2%	26.3%	31.3%	26.7%
As	19.2%	17.7%	24.0%	15.9%	21.5%
Se	40.4%	41.2%	42.8%	42.0%	43.4%
Cd	75.3%	-41.6%	95.8%	-125%	45.6%
Sb	16.8%	18.2%	19.4%	21.9%	21.0%
Pb	96.7%	95.3%	98.1%	-30.3%	96.5%
上澄み液pH	7.2	6.4	8.9	4.5	6.9

表-2 模擬廃水中重金属濃度測定値の pH による違い

	Cr	As	Cd	Sb	Pb
pH3	3.81	4.77	4.70	5.70	8.11
pH5	2.52	4.44	4.61	4.93	6.97
pH7	2.72	4.42	4.65	5.94	8.23
pH9	1.79	3.15	1.27	4.24	1.93

(mg/L)

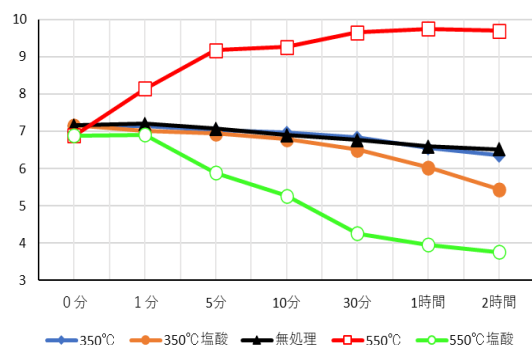


図-1 pH の時間変化

ると考えられる。鉛も pH によって同じように大きく濃度が変化している。

3-5 スターラー実験による吸着反応速度の検討

スターラーを用いて吸着除去率の時間変化を測定した。実験開始 1 分、5 分、10 分、30 分、1 時間、2 時間後に攪拌中のビーカーにある。上澄み液を採取し、ICP 質量分析器で重金属濃度を測定した。図-1 は時間経過による pH の変化、図-2、3 は Cd と Pb の吸着除去率の変化を示したグラフである。カドミウムと鉛に最も高い除去率を示したものは 550℃吸着材であり、時間経過ごとの除去率は変化がほぼなく、1 分後の時点で平衡状態となっていた。550℃+塩酸処理吸着材の吸着除去率は低い結果となった。pH の低下が影響していると考えられる。1 部を除き除去率は時間経過の変化が小さいものが多かった。

3-6 液固比が吸着除去率に及ぼす影響

模擬廃水 50mL に対してもみ殻を加える量を変えて 3-3 と同じ実験を行った。もみ殻の添加量は 0.001, 0.05, 0.01, 0.5, 0.1g で行った。図-4、5 は液固比による吸着除去率の変化を示したグラフである。カドミウムは 0.05g 以上になると重金属濃度に変化が出始め、550℃吸着材では 0.1g の時点で平衡状態に、350℃、無処理吸着材では 0.5g まで上がり続けていた。塩酸処理を施した吸着材は 0.05g からマイナスの値を示すようになった。鉛は 0.01g 高い除去率で平衡状態が見られ、0.5g の塩酸処理吸着材はマイナスの値を示した。

3-7 陽イオン交換容量測定 (CEC)

CEC の値が 550℃>350℃>350℃+塩酸処理>550℃+塩酸処理>無処理の順となっており、炭化温度が高いほど CEC が高くなると考えられる。塩酸処理を施すと下がってしまう結果となったため、本実験での塩酸処理は吸着材の前処理に適していないことが分かった。

4 ほかのバイオマス吸着剤との比較とまとめ

昨年度、立木が行った鶏卵殻を用いた重金属吸着の研究¹⁾と 3 年前の内山、杉浦が行った米糠を吸着材として用いた研究²⁾と本研究との比較を行った。バッチ実験での吸着除去率は鶏卵殻にわずかに劣るも、高い値を示している。液固比実験から、カドミウムを吸着する際にもみ殻は少ない吸着材量でも吸着能が高いことが分かる。スターラーによる反応速度の実験でも反応速度が既往の研究に比べては役優れていることが分かった。

吸着除去能は高く、前処理が単純で、保存もしやすいため、吸着材としての有効性は十分にあると考えられる。

参考文献

- 1) 立木郁也：鶏卵殻を用いた重金属含有廃水の処理に関する実験的検討大同大学卒業研究(2020 年)
- 2) 内山龍平、杉浦大智：米糠を用いたカドミウム・アンチモン含有廃水処理の効率化に関する実験的検討、大同大学卒業研究(2017 年)

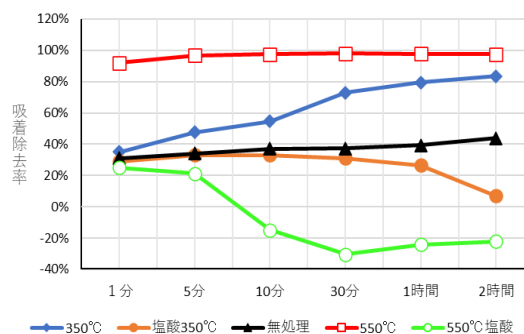


図-2 Cd 吸着除去率の時間変化

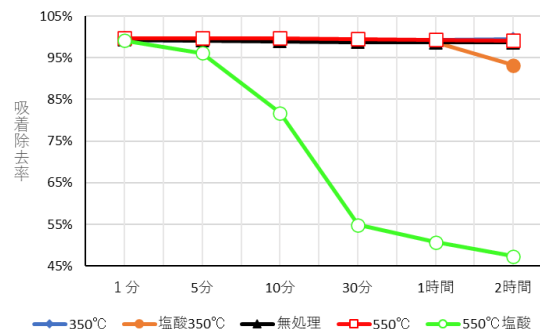


図-3 Pb 吸着除去率の時間変化

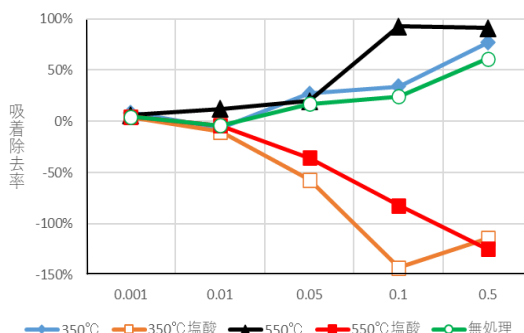


図 4 液固比による Cd の吸着除去率の変化

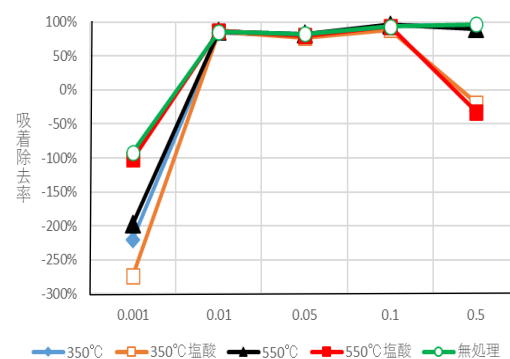


図 5 液固比による Pb の吸着除去率の変化

1. はじめに

天白川は愛知県日進市三ヶ峰付近に水源を持ち、岩崎川、繁盛川を合わせ、名古屋市に入り植田川、藤川、扇川の5つの河川からなり、名古屋港を経て伊勢湾に注ぐ河川延長21.5km、流域面積約119km²の二級河川である。1950年代以降、日本は高度経済成長期を迎えた。急激な社会の成長は同時に環境に大きく悪影響を与えた。工場や各家庭からの排水に含まれる重金属や汚濁物質などが河川に流入し、都市河川に甚大な被害をもたらした。名古屋市を流れる天白川も例外ではなく、戦前まではきれいな川であったが農薬や工場排水などが大量に流入したり、治水に重点を置いた護岸工事を進めたため生態系や水質に大きな影響を与えてしまい、1970年頃には非常に悪い状態となってしまった¹⁾。水質汚濁防止法が制定され、特定施設を有する事業場からの排水規制および生活排水対策が推進されてきた。そのおかげで、天白川流域の水質は大幅に改善されたが、決して水質が良い状態とはいえない。天白川流域では年々都市化が進んでおり、人口も増えてきている。また、河川沿いには公園やサイクリングロードが整備されているなどしており、天白川は地域住民の憩いの場所として、人々と深く関わっている。そのため、天白川の水質は人々の生活に深く影響する。

2. 研究目的

本研究は今でも農業用水や工業用水として利用されている天白川の水質がどのような状態にあるのかを調査し、現状を把握するとともに天白川の水質を保全するために有効な対策について考察することを主な目的とする。名古屋市が調査した地点に加え、中流部から下流部にかけて水質調査することにより、天白川が水利用に適しているかを考察する。天白川の水質を複数回調査し、流下方向の水質変化を分析することで、汚染の程度を評価するだけでなく流入支川の影響や汚濁負荷量について考察していく。天白川流域への排水をしている水処理場が4カ所あるため、それらの影響を受けているかどうかを確認していく。

3. 河川調査

3-1 採水地点および採水方法

採水地点は図-1に示すように①寄鷺橋、②道明橋、③新島田橋、④野並橋、⑤新藤川橋、⑥天白橋、⑦星の宮人道橋、⑧大星橋（天白川）、⑨大星橋（扇川）、⑩天白扇川橋の計10地点である。名古屋市が毎月水質調査を行っている2地点（天白橋、千鳥橋）を参考に、より詳細に水質変化の特徴を調査するためにこれら10地点での調査を実施した。

採水方法はポリバケツに縄と重りをつけて、それぞれの採水地点の橋の中央辺り（流心）から投げ込んで採水を行った。なるべく表面の水ではなく、水面より少し深い所の水を採取した。なお、採水は当日～2日前まで降水のない日を選び8月から始め、毎月1回ずつ合計4回の採水を実施した。

3-2 測定項目および測定方法

現地にてpH、DO、電導度、水温、濁度を測定し、大学に戻ってからBOD、SSを測定した。また、ICP質量分析器にて、16元素(B、Al、Si、Cr、Mn、Fe、Ni、Cu、Zn、As、Se、Mo、Cd、Sn、Sb、Pb)の濃度を、原子吸光分析器で4元素(Ca、Mg、Na、K)の濃度を、パックテストにて窒素系の2イオン(NH₄⁺、NO₃⁻)の測定をした。



図-1 採水地点²⁾

4. 調査結果および考察

本研究にて得られた水質測定結果を以下に示し、環境基準と比較するなどし天白川の水質について考察していく。天白川は環境省が定めている環境基準³⁾では全流域でC類型に分類されている。

4-1 BOD(図-2)

BODの環境基準値は5mg/L以下である。本研究での調査結果では、基準値を超過している地点がいくつか確認できる。基準値を超えるほどの数値は主に下流の方で出ているため、星の宮人道橋と扇川合流地点の間にある鳴海水処理センターからの排水が影響していると推定される。

4回の調査を通して植田川の数値が少し高く、扇川合流地点で数値が最も高くなるなどの傾向が見られる結果となった。そのため、植野水処理センターや鳴海水処理センターから排出される処理水には、天白川の河川水と比較して、有機物が多く含まれていることが分かる。

4-2 ICP質量分析器

採取した河川水を0.45μmのメンブレンフィルターを用いてろ過した後、0.12%高純度希釈硝酸で6倍に希釈しICP質量分析器にて16元素(B、Al、Si、Cr、Mn、Fe、Ni、Cu、Zn、As、Se、Mo、Cd、Sn、Sb、Pb)の濃度を測定した。

測定結果よりB、Cr、Mn、As、Moの5元素の数値が下流側で急増しているのが確認できた。特にホウ素は環境基準地の約2倍程度である2.0mg/Lも検出された地点があった。

図-3は8月における電導度とホウ素の相関図である。この図より、イオンの総量を反映する電導度の数値とホウ素の増加量には相関が見られる。ホウ素以外の4元素でも同じような傾向が見られるため、下流側での数値の増加は海水による影響がほとんどであると考えられる。このことより、ICP質量分析器にて測定した項目の下流部における急激な数値の増加は海水由来のものがほとんどであると考えられる。

5. まとめ

本研究を通して天白川は未だBODなどの数値が高く基準値を超える地点がいくつかあった。調査開始当初は鳴海水処理センターからの排水が下流部への水質に大きな影響を与えていると予想していたが、排水よりも海水の方が強く影響している。天白川の特徴として、星の宮人道橋辺りまで海水が浸入しており、海水の影響もあり下流に行くにつれて数値が高くなる測定項目が多いことがあげられる。本研究の反省点としては、植田川や扇川などの支川と天白川本川で大きく数値に差がある項目がいくつかあり、支川側でも少し上流まで遡り、水質を調査することで天白川水系についてもっと深く考察できたと考えられる。

参考文献

- 1) 天白川 <http://www.sizen-tenpaku.com/>
- 2) 国土地理院：地理院地図 <https://maps.gsi.go.jp/>
- 3) 環境省：生活環境の保全に関する環境基準(河川) https://www.env.go.jp/ki_jun/zt2-1-1.html

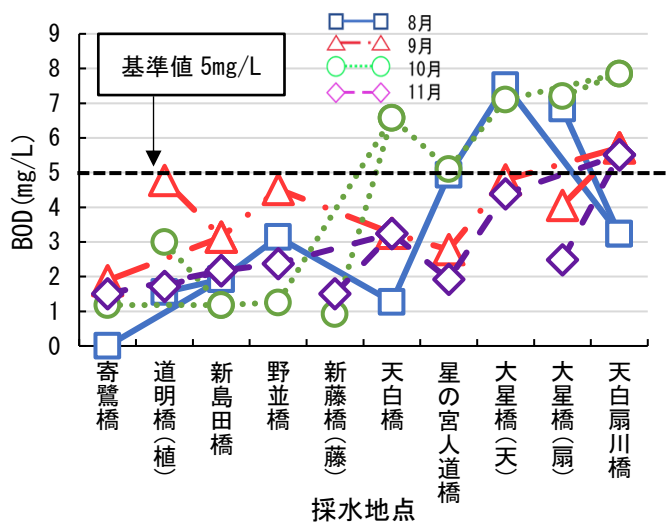


図-2 BOD測定結果

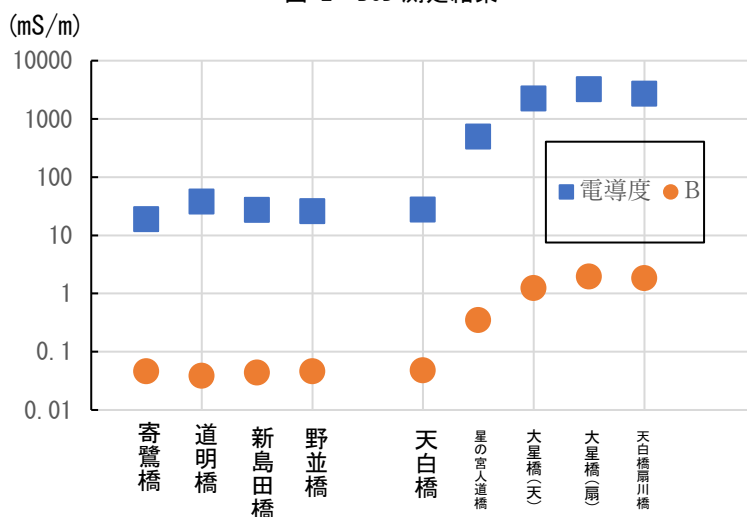


図-3 電導度とホウ素の相関図(8月)

1. はじめに^{1) 2)}

近年和歌山県や京都市等がノラネコ問題による様々な被害を重く止め、平成29年4月1日に「和歌山県動物の愛護及び管理に関する条例」、平成27年3月27日に「京都市動物との共生に向けたマナー等に関する条例」が定められており、人と動物の関わり方が見直され始めている。名古屋市においても令和2年4月1日に「名古屋市動物の愛護及び管理に関する条例」が改正されている。しかし各自治体の条例はその内容において足並みが揃っておらず、罰則規定の有無や懲罰対象の範囲が不鮮明な点も多い。これらのことが問題視されている中、大同大学周辺の町内においてもたくさんのノラネコが生息していることを度々目撃し、地域のネコ問題について卒業研究を通じて役に立ちたいとの思いから研究テーマとするに至った。

2. 本研究の目的

本研究の目的は、人々が抱くノラネコへの印象のバイアスを解き明かし、ノラネコ問題に対して実行可能な対策を提案することである。そのために本研究ではポスティングによるアンケート調査を行い、幅広い年齢の方からの意見を取りまとめた。アナログ的な手法を用いることで高齢者の方が回答しやすいように配慮し、地域に寄り添った提案ができるように努力した。

アンケート内容に関しては静岡県や京都府が行った「ノラネコに関するアンケート調査」や京都府が行った「京都ノラネコ条例」を参考にした。また、リスク認知に関する質問を設問に入れることで、より客観的にノラネコに関するバイアスを評価できるように工夫した。

3. 調査結果

3-1 アンケート回収数

本アンケートの配布数は1497通、回収された封筒数は479通であり、回収率は約26%であった。ポスティング調査としては非常に高い回収率であり、ノラネコ問題の関心の高さとこの地域における深刻さを裏付ける結果となった。また、アンケートの最後に設けた自由記述欄ではこちらが想定していなかったほどの様々な意見を頂くことができた。アンケートの考察においてこれらの意見は非常に有用である。

なお、本アンケートでは一つの世帯で最大2通まで回答することが可能であるため、最終的な標本数は683通得ることができた。回答世帯のうち約30%の方々が2通ずつ返送してくれたことになる。

3-2 アンケート結果及び考察

(1) 男女によるノラネコ被害への感情の違い

男女別のノラネコへの感情は図1のような結果となった。男性はわずかに「ネコが嫌い」と回答した人が多く、女性では反対に「ネコが好き」と回答した人の方が多い。しかし χ^2 乗検定を用いて有意差検定を行ったところ「男性と女性でネコへの感情に有意な差はなかった。(P値>0.05)」

(2) 男女別ノラネコ対策に支払える金額

ノラネコ対策に支払える金額を、男女別ノラネコに対する感情別で表した結果が表1である。男女ともに「ネコが好き」「ネコが嫌い」「どちらでもない」と回答した人においてほぼ同じ結果となっており、ノラネコへの感情と対策に支払うことのできる金額に相関はないと考えられる。

結論としては、ネコに対する感情でノラネコ対策へのお金の投資金額は変わらないが、男女間ではお

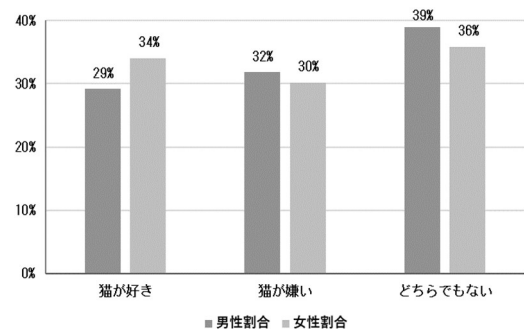


図1 性別によるネコへの感情の違い

金の投資理由が異なる。男性はネコが嫌いな人の方が「支払える」と回答した人の方が多く、女性ではネコが好きな人の方が「支払える」と回答した人が多い。男性はノラネコからの被害をなくすために出資したいと考える人が多い一方で、女性はノラネコの生活環境向上を目的に出資する傾向が強いと考えられる。

表1 ネコへの感情別ノラネコへの出資額

		支払う	支払う割合※1)	支払わない	支払わない割合※2)
男性	ネコが好き	19人	25%	53人	69%
	ネコが嫌い	28人	33%	48人	57%
	どちらでもない	33人	32%	65人	63%
女性	ネコが好き	47人	35%	67人	50%
	ネコが嫌い	39人	35%	64人	57%
	どちらでもない	40人	39%	84人	60%

※1) ※2) 男女別のネコに抱くそれぞれの感情で算出した

(3) 男女別ノラネコによる被害総額の感じ方

これまでの被害総額の感じ方の結果は男女別で図2のような結果となった。男女共に「一万円以下」と回答した割合が最も高い。いずれの金額でも男女間の大きな違いは見られないことから、「男女による被害総額の感じ方は同じ」であることがわかる。

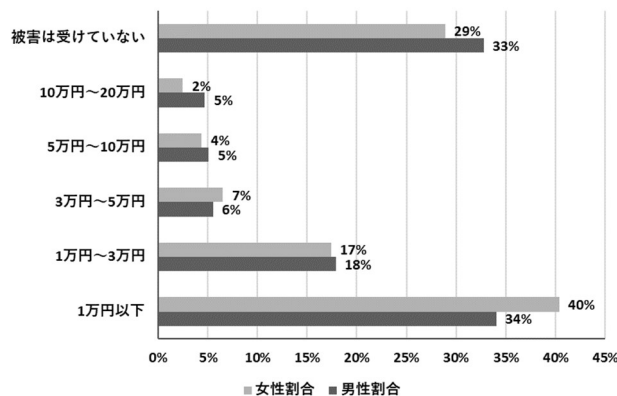


図2 性別による被害総額の違い

(4) 男女別地域猫活動の認知率

地域活動の認知率は男女別で図3のような結果となった。男女ともに「全く知らない」と回答した人が60%以上であり、「よく知っている」と回答した割合は男女ともに10%を下回っている。

各項目における男女の回答率に大きな違いは認められないことから、「性別と地域猫活動の認知率」は関連性があるとは言えない。

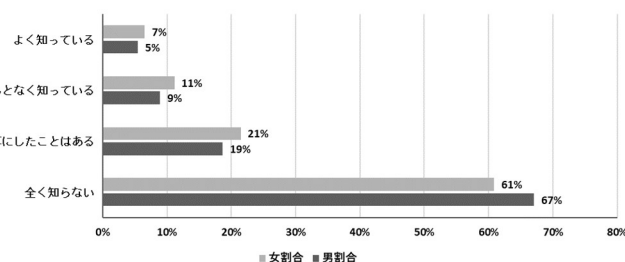


図3 男女別地域猫活動の認知度

(5) ノラネコ問題の本質

ノラネコ問題の本質は無責任にエサやりをする人間にある。そのような人の多くは偏った法律理解による無責任なエサやりを繰り返すだけでなく、後片付けや糞尿の処理をしない。現在野生動物に餌付けを禁止する法律はないが、基本的にどの市町村においても野生動物への餌付けはしないように呼び掛けている。無責任に餌を与える人々は「ネコが可哀そう」と主張するが、不幸な命の連鎖が続く事こそが最大の不幸であるという事に気づくことができていない。無責任に餌を与える人々は、「飢えて死に倒れるネコを見る自分が可哀そう」としか思っていない。

4. おわりに

著者は地域猫活動について肯定派でも反対派でもないが、第一優先にするべき命はネコではないと考えている。在来種や人々の生活に悪影響があるのなら、取り除いてしまうことが合理的である。

しかしこうした駆除処分が簡単にはできない枠組みが構築されている今の世論においては、反感を買うのは火を見るよりも明らかであり、賢明な判断とは言えない。そうした背景を踏まえながら実現可能な取り組みの落としどころとして「地域猫活動」を位置付けているのなら問題はないが、「地域猫活動」を盾に被害を受けている人々を救うことが二の次になってはいけなと考える。

ノラネコという言葉が無くなり、外にいるネコに「違和感」を覚える世の中になることを期待する。

5. 参考文献

- 1) 名古屋市健康福祉局：「名古屋市人とペットの共生推進プラン」の策定，令和2年3月30日
- 2) 和歌山県：「和歌山県動物の愛護及び管理に関する条例」，平成29年4月1日施行

乳酸菌を用いたヘドロの浄化による堀川の水質改善

A17358 山口 森太郎

指導教員 堀内 将人

1. はじめに

堀川は物資輸送の手段として重宝され、名古屋市の発展に大きく貢献した。しかし、高度経済成長期頃から生活排水やゴミの不法投棄等が原因でヘドロが発生、水質が悪化した。これまでヘドロの浚渫工事は行われているが、ヘドロを現位置で分解除去する対策はほとんど行われていない。本研究では、ヘドロを分解する手法について文献を調査した結果、村城らが報告している乳酸菌によるヘドロ分解¹⁾に着目した。



写真-1 堀川(天皇崎橋の船着き場から撮影)

2. 研究目的

本研究では、以下の通り研究目的を定めた。

- (1) 乳酸菌を用いたヘドロの分解除去実験を行い、乳酸菌を使用しなかった場合との比較から乳酸菌の効果を考察する。
- (2) 複数の乳酸菌を用いたヘドロ分解実験から、より効果の高い乳酸菌種を同定する。

3. 乳酸菌を用いたヘドロ分解実験

3-1 実験準備

8月28日、小塩橋上からエッグマンバージ採泥器を用いて、ヘドロの採取を行った。採泥量は約1000gである。実験に使用した乳酸菌は東亜薬品工業製のSF菌(フェッカーリス菌)、LP菌(プランタラム菌)を購入した。SF菌はヒト由来乳酸菌、LP菌は植物系の乳酸菌である。

3-2 実験方法

立命館大学の村城らが実施した乳酸菌分解の実験¹⁾を参考に、実験方法を決めた。pH、強熱減量以外の測定項目は、大同大学の機材では実験が困難だったため、この二つを中心に研究を進めることにした。ビーカーにヘドロ100gを加え、蒸留水で10倍希釈した乳酸菌0.5gを添加し、乳酸菌の栄養源として、0.5%グルコース溶液100mLを加えた。その後4日ごとに乳酸菌を0.2gずつ添加して、強熱減量を測定した。ビーカーに雑菌が入ることを防ぐため、表面をパラフィルムで密封し、室温24℃で保存した。一定時間経過後、ビーカーからヘドロの一部を取り出し、ろつぼに入れて、乾燥器で105℃、1時間乾燥させたのち、電気炉にて700℃、1時間燃焼する。燃焼前の重量から燃焼後の重量を差し引くことで、強熱減量を算出することができる。測定は3日～7日おきに行う。強熱減量は物質を燃焼し、その物質に含まれる有機物量の割合を表す。乳酸菌によって有機物が分解されるならば、強熱減量の値が低下するはずである。

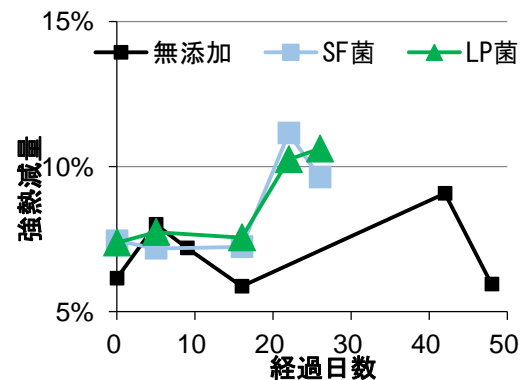


図-1 強熱減量の測定結果

強熱減量に加え、pHの測定も行った。乳酸菌分解によって乳酸が生成されれば、ヘドロのpHは低下する(酸性側に傾く)。そのため、乳酸菌を添加したもののpHが時間の経過と共に低下していけば、有機物が分解されていると考えることができる。測定した試料は元のビーカー内に戻す。ほぼ毎日測定を行った。

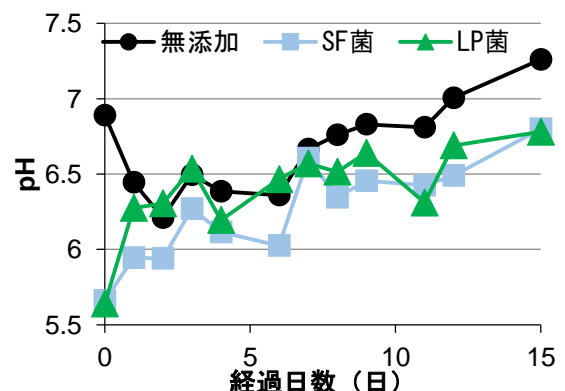


図-2 pHの測定結果

3-3 実験結果及び考察

強熱減量及びpHの測定結果を図-1、図-2に示す。16

日目までは値の差が小さかったが、22 日目の測定は全て値が上昇した。値が変化した理由としては、添加した乳酸菌が増殖した、などの可能性が考えられる。当研究室の実験設備では、燃焼された有機物が乳酸菌なのかヘドロなのか判別することができない。そのため、乳酸菌によるヘドロ中の有機物分解を精度良く定量的に評価することができなかった。全体的に SF 菌の方が数値が低くなったため、乳酸菌の増殖率が同じだと仮定すると、SF 菌を添加した実験試料の方が分解した有機物の量が多いと考える。また、乳酸菌を添加したものはヘドロの臭いが始めは和らいだが、7 日程経過した辺りから無添加のもの以上に強い悪臭を放つようになった。添加して数日間は発酵によって悪臭が抑えられたが、7 日目以降は発酵のペースが遅れ、ヘドロ中の悪臭を放つ物質と混じり、強烈な悪臭を放つようになったのではないかと考える。pH についても数値は安定していないが、いずれも最初の pH に比べ最後に計測した pH は数値が上昇した。数値が安定しない理由としては、pH メーターが液体用だったのに対し、実験試料は固体の部分が多かったためではないかと考える。しかし、いずれの値も酸性の範囲内にあるので、乳酸の生成は維持されていたのではないかと考える。

4. 乳酸菌を用いた溶解性有機物分解実験

4-1 実験方法

乳酸菌によるヘドロ分解を強熱減量の値から評価することが困難であったため、溶解性有機物を乳酸菌がどの程度分解するのかを BOD の変化から評価することにした。実験方法を以下に示す。ビーカーに精製水 500mL と配合肥料 0.25g と鶏ふん 0.25g 入りのお茶パックを入れて、5 分間かき混ぜ、汚水を作成する。乳酸菌を 2.5g、1.25g、5g を各々添加し、BOD を比較する。

4-2 実験結果及び考察

BOD の測定結果を図-3～5 に示す。全体的に、乳酸菌を添加したものは無添加に比べ数値が上昇した。特に 96 時間後の BOD 測定結果は、SF2.5g、SF5g、LP5g がいずれも 400mg/L 前後となった。このことから、乳酸菌を過剰に添加すると、汚濁が悪化してしまうと考える。そのため、より少ない添加量 0.5g で実験することにした。乳酸菌を 0.5g 添加したものは全体的に無添加や添加量が多いものに比べ値が小さくなった。BOD の測定でも、LP 菌に比べ SF 菌の方が数値が低い場合が多かった。以上のことから、LP 菌に比べ SF 菌の方が溶解性有機物を分解すると考えられる。

5. まとめ

実験試料中の乳酸菌の菌数を把握することができなかったため、実際に有機物が分解されたかの判断が難しかった。しかし、強熱減量、BOD 共に SF 菌の方が数値が低い傾向があった。このことから、SF 菌の方が有機物の分解については優れていると考えられる。

6. 今後の課題

より正確な強熱減量、pH の値を算出するために、実験試料中の乳酸菌の菌数を測定するべきだと考える。また、BOD と同じく有機物量を表す COD 等の指標でも測定する必要があると考える。悪臭は周辺環境への悪影響となるため、この問題も解決する必要がある。SF 菌を中心に実験条件をより細かく定め、適切な添加量、実施期間等を判断するべきだと考える。

参考文献

- 1) 村城龍一、佐藤圭輔：乳酸菌発酵による底泥分解プロセスの分析と再資源化手法の提案、立命館大学院理工学研究科、同大学理工学部（2017 年）第 28 回廃棄物資源循環学会研究発表会 pp239-240

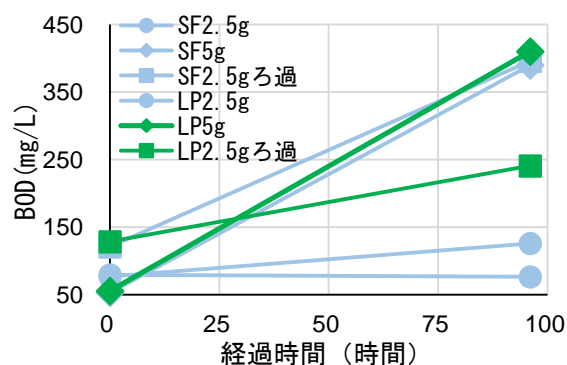


図-3 BOD の測定結果

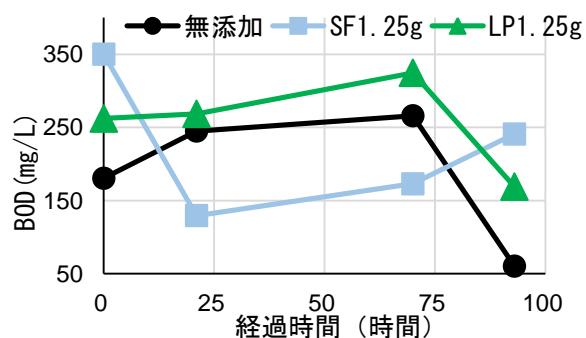


図-4 BOD の測定結果 (平均値)

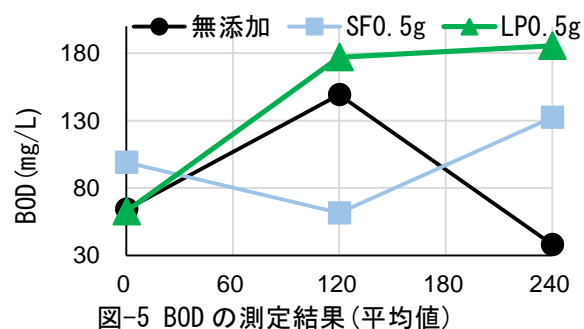


図-5 BOD の測定結果 (平均値)

オンラインアンケートによる新型コロナウイルス感染症に対するリスク認知の評価 ～若年層と高齢層のリスク認知の違いに注目して～

A17362 和西 祐希 指導教員 堀内 将人

1. はじめに

2019年12月31日、中国の湖北省・武漢市で「華南海鮮市場」に関連のある原因不明の肺炎患者が27人見つかったことが発表された。日本では、1月16日に武漢市から帰国した30代男性から新型コロナウイルスの陽性反応が検出され、国内初の感染者となった¹⁾。

4月16日、日本政府が全国的に緊急事態宣言を要請したことで日本国内はstay homeという自粛モードが広がり、新型コロナウイルス感染者を一時的に抑えることができた。

新型コロナウイルス感染症の重症化については高齢者や「高血圧・糖尿病」「心疾患・慢性肺疾患」等の基礎疾患を有する人は重症化しやすいとされている。第2波は若年層を中心に感染拡大したが理由として、若年層は無症状が多く、他人と会う機会が多いので、知らない間に感染を移してしまうことが多くあり、そのため若年層を中心に拡大していったと言われている

²⁾。

表-1 回答の年齢・性別の構成

2. 研究目的

本研究では、国内で新型コロナウイルス感染者が増加している一方で経済活動が復活し始めた現在、人々が新型コロナウイルス感染症に対してどの程度の不安を感じているのかを、リスク認知の観点からオンラインアンケートを通して明らかにすることを目的とした。特に新型コロナウイルス感染症による重症化率の低い20代と重症化率の高い高齢者（65歳以上）のリスク認知に、どの程度違いがあるのかを明らかにすることに研究の主眼を置いた。この研究を行うことで20代と高齢者（65歳以上）それぞれのリスク認知の傾向を把握できれば、今後新型コロナウイルス感染症の対策をよりきめ細かくより効果的に実施できるのではないかと考える。

3. アンケートの概要

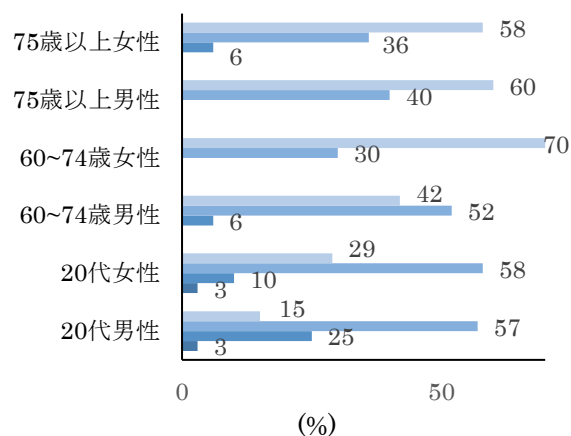
アンケート調査では、楽天インサイト社に依頼し「新型コロナウイルス感染症に関する意識調査」という題名でアンケートを2020年11月13～17日に実施した。表-1に回答者の性別・年齢別の人数を示す。

アンケート調査では、回答者の属性に関する設問2問、回答者の現在の気持ちを聞く設問を1問、ある場所に関する新型コロナウイルスのリスク認知の差を聞く設問を2問、外出率を聞く設問を1問、お金に関するリスク認知の設問を1問、寿命に関するリスク認知の設問を1問、ある状況に直面した場合のリスクに関するリスク認知の設問を2問の合計10問を提示した。

4. アンケート結果による若年層と高齢層の新型コロナウイルス感染症に対するリスク認知の違い

ある場所における新型コロナウイルス感染へのリスク認知に関する設問の中で、年齢によって結果に大きな違いが出たものを以下に記す。

全体		400人
性別	男性	200人
	女性	200人
年代	20歳～29歳	200人
	65歳～74歳	100人
	75歳～99歳	100人
性年代別	男性 20歳～29歳	100人
	男性 65歳～74歳	50人
	男性 75歳～99歳	50人
	女性 20歳～29歳	100人
	女性 65歳～74歳	50人
	女性 75歳～99歳	50人



■ かなり不安がある ■ 少し不安がある
■ あまり不安がない ■ 全く不安がない

図-1 娯楽施設に対する不安度

4-1 娯楽施設に対する不安

図-1は娯楽施設に行くとは仮定した場合の新型コロナウイルス感染症への不安度を性年代別に分けた図である。娯楽施設とはゲームセンターやパチンコ店などである。

全体で見ると9割の人が「少し不安がある」や「かなり不安がある」と回答した。しかし、20代は「全く不安がない」や「あまり不安がない」と回答した人が65歳以上の男女よりも多く見られ、人が密接に集まりやすい室内に対して、高齢者ほど感染リスクを大きくは感じていないという結果が出た。

「かなり不安がある」と回答した若年層の職業はオフィスワークなどの内勤職で働いている人数が最も多かった。

4-2 外出の頻度

図-2は直近1週間での不要不急の外出はどのくらいあるかという設問の回答である。全体で見ると外出頻度が1~2日が最も多く47.3%であった。「外出していない」を含めるとどの性年代別も50%以上になっている。このことからいずれの年代も、新型コロナウイルス感染症の対策として外出自粛をしている人が多いと考えられる。一方、年代別では20代の若年層よりも65歳以上の高齢層の方が外出頻度が多いことがわかった。

4-3 新型コロナウイルス感染症による気分の落ち込み

図-3の回答者に新型コロナウイルス拡大前の気持ちを「10」とした時の現在の気持ちを問う設問の結果である、普段の気持ちの半分である「5」と回答した人が最も多かった。

相対的に現在の気持ちが「10」でコロナ禍になる前の気持ちと変わらない人もおり、その人の職業を見ると、無職の人が最も多かった。これは職に就いていない人は仕事上の影響を受けないので気持ちの変化もないのではないかと考える。

4. おわりに

今回の調査から、20代の若年層の方が感染リスクを甘く見ていることが明らかになった。アンケート結果から、若年層は夜の街や娯楽施設などでの感染リスクを大きくは感じていないことが分かったので、これから先、若年層が集まりそうな場所の感染対策をすることが感染拡大防対策につながっていくのではないかと考える。

本研究では、オンラインアンケートを利用し調査を行った。オンラインアンケートでは、自分自身で設問に関する説明をすることができない。よって回答者がこちらの意図とは違う回答をしてしまうことがあった。回答者の職業を問う設問の自由記述欄では、本来選択肢にない職業を書いてもらう予定であったが選択肢に既にある職業を自由記述欄に書いてしまうということがあった。選択肢をさらに分かりやすく高齢者でも回答のしやすい設問を作成できるような意識を持つことが大切である。

参考文献

- 1) nippon.com 「新型コロナに関する日本の出来事」 2020年1月6日 <https://www.nippon.com/>
- 2) 西日本新聞 「新型コロナニュース」 2020年7月23日 <https://www.nishinippon.co.jp/>

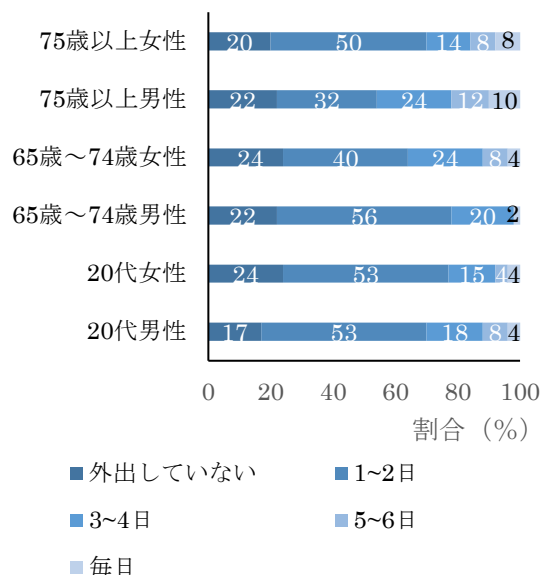


図-2 直近1週間での外出率

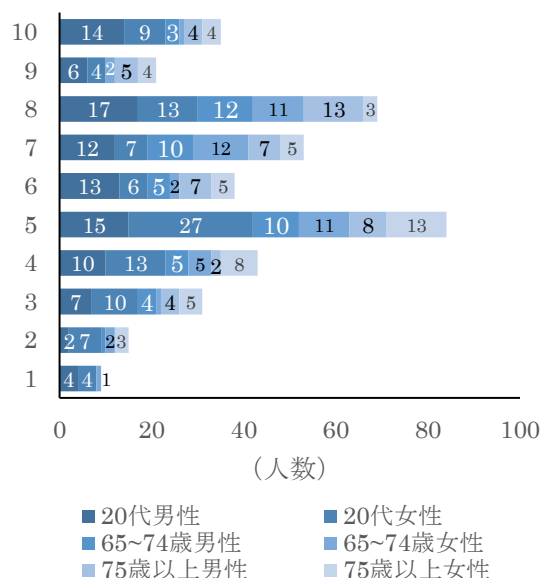


図-3 現在の回答者の気持ち

(新型コロナウイルス感染前の気持ちを10として)

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) に対する商業施設の対策に関する調査

A17340 永富 有夢留

指導教員 堀内 将人

1. はじめに

2020 年に入り新型コロナウイルスが流行した。新型コロナウイルスによる。緊急事態宣言発令時には、飲食店や商業施設は休業や時短営業を余儀なくされた。アンケート結果から利用者が施設利用時の不安感や新型コロナウイルスの流行前と流行後での利用者の変化、施設利用時、退店時アルコールの必要性などのアンケート結果がある。また感染症として、商業施設は独自にガイドライン¹⁾を設け、利用者に安全で利用しやすい環境を提供しようとしている。

2. 研究目的

研究目的を確定させるまでに長い日数を要したが、以下の通り研究目的を設定し研究活動を実施した。

- (1) 基本的対策方法、感染拡大防止ガイドラインと踏まえ、商業施設では実際に、出入り口、喫煙所等で対策しているかを現地調査する。
- (2) 現地調査を基に、アンケート結果から対策をしている箇所の不一致点をより良い対策方法は何かを考察する。
- (3) 商業施設を利用している利用者の買い物エチケットや基本的対策方法を、現地でのアルコールの使用頻度等の調査ならびに公表されているアンケート結果から考察する。

3. 現地調査

本概要では、JR ゲートタワーと名古屋ビルディングを除く 3 施設で実施したアルコール使用頻度に関する調査結果についてまとめる。

MOZO ワンダーシティ、長久手イオンモール、ららぽーと愛知東郷店、JR ゲートタワー、名古屋ビルディングにおいて現地調査をした。

今回は MOZO ワンダーシティ、長久手イオンモール、ららぽーと愛知東郷店を紹介する。

MOZO ワンダーシティ、長久手イオンモール、ららぽーと愛知東郷店では来店者のアルコール使用頻度の調査も行った。特に MOZO ワンダーシティでは、時間帯、男女別、平日か土祝日に分けて来店者のアルコール使用頻度を詳細に調査した。

入り口にはどの店舗もアルコール除菌液（以下アルコールと略す）が設置されているが、設置方法、個数に違いがみられた。喫煙所はほとんどの施設で休止されていた。その中で MOZO ワンダーシティでは、屋外に喫煙所を設置しており、JR ゲートタワーでは 12 階と 13 階の喫煙所のみ開いている状況であった。

アルコール使用頻度の調査を表 - 1 に示す。使用率が高い順にららぽーと愛知東郷店、MOZO ワンダーシティ、長久手イオンモールとなった。入店者数、退店者数にばらつきはあるが、アルコール使用率に最も関係していると考えるのは、設置方法、アルコールの個数、アルコールが目立っているかという点である。

MOZO ワンダーシティは、アルコールが一つしか設置されておらず、しかも出入り口の入り口側だけに設置されていた。アルコールは足で踏むタイプで、色は白で目立たないというほどではなかった。

長久手イオンモールは、MOZO ワンダーシティと同様のアルコール設置数、設置場所なのだが、アルコールの



MOZO ワンダーシティ

長久手イオンモール

ららぽーと愛知東郷店

写真-1 施設の入り口

表-1 施設ごとのアルコール使用頻度

	入店者	使用人数	退店者	使用人数
		使用率		使用率
MWC(※1)	155名	62名 40%	100名	15名 15%
長久手 AM(※2)	52名	13名 25%	47名	6名 13%
LP愛知 東郷(※3)	285名	222名 78%	327名	125名 38%

※1MOZO ワンダーシティ

※2長久手イオンモール

※3ららぽーと愛知東郷店

設置されている台の色が黒色で出入り口の外観と同一化してしまっており、よく見ないと気づきにくい。ららぽーと愛知東郷店では、アルコール数は入店者数が多い場所や大きな出入り口には3つ、小さな出入り口には2つ設置されていた。色はMOZO ワンダーシティと同様であり、入り口正面、必ずわかる場所に設置されていた。

ららぽーと愛知東郷店がこのことから、調査場所の中では、アルコールの設置方法では最も良い対応をしていたと考える。ららぽーと愛知東郷店、入店者のアルコール使用率は約80%と他の施設よりも高い数値になった。退店者のアルコール使用率も38%と最も高い数値となった。これらからもアルコールの設置方法、個数、目立ちやすさによって、利用者のアルコール使用率に変化がみられるのではないかと考える。

MOZO ワンダーシティの時間帯によるアルコール使用率の比較(表-2)には時間が早く入場者が少ない方が利用率が高かったが、それほど大きな違いではなかった。

MOZO ワンダーシティの男女別でのアルコール使用率(表-3)は、男性の使用率が低く女性の使用率が高くなった。男性よりも女性の方が感染対策に敏感でアルコールをする傾向にあることがわかる。

MOZO ワンダーシティの平日と土祝日の比較(表-4)では、少しではあるが、土祝日の方が入店者のアルコール使用率が低下した。退店者のアルコール使用率は10%を下回る数値となり平日と比べると大きく減少した。土祝日の方がアルコールをするのに多くの人が並んでおり退店する利用者が使えないという場面が多々見られた。

4. 考察^{1) 2)}

商業施設によって対策に方法は様々であり、一概にどの対策が正しいかは言えない。ガイドラインでは各施設に対策方法を決める権利があるとしている。商業施設は利用者が感染対策をしやすい環境を提供することが対策の実施率を高めることにはならないのではないかと考える。そのためには、今回のような、アルコール使用頻度のような調査を各施設が行い、対策の有効性を数値情報で把握することで、より良い対策方法を工夫していけるのではないかと考える。

利用者が施設の対策を活用しなければ、施設が対策をしている意味がなくなってしまう。図-1のアンケート結果のように、退店時にもアルコール消毒が必要と考えているため、商業施設が退店時にもアルコールを利用しやすいよう対策ができていれば、入店時と退店時のアルコールの使用率にここまで差が出来ることは考えにくい。すなわち表-2のように入退店時で明らかな差が出ているのは、施設側に問題があると言える。

商業施設は利用者一人一人が確実に感染防止対策を受けられるよう対策方法を検討し継続的に見直すべきであると考えます。

参考文献

1)小売業の店舗における新型コロナウイルス感染症感染拡大予防ガイドライン(令和3年1月6日改訂)

<http://www.super.or.jp/wp-content/uploads/2021/01/covid19-retail-guideline20210106.pdf>

2)【コロナ対策】”退店時”もアルコール消毒は必要

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000255.000044800.html>

表-2 時間別のアルコール使用率(MWC)

	11時	15時
入店者	101名	155名
入店者のアルコール使用者	47名	62名
退店者	103名	100名
退店者のアルコール使用者	13名	15名
入店者のアルコール使用率	47%	40%
退店者のアルコール使用率	13%	15%

表-3 男女別アルコール使用率15時(MWC)

	男性	女性
入店者	63名	105名
入店者のアルコール使用者	14名	41名
入店者のアルコール使用率	22%	39%

表-4 平日と土祝日別アルコール使用率15時(MWC)

	平日	土祝日
入店者	155名	234名
入店者のアルコール使用者	62名	88名
退店者	100名	320名
退店者のアルコール使用者	15名	18名
入店者のアルコール使用率	40%	38%
退店者のアルコール使用率	15%	6%

住民力を踏まえた公共交通システム検討のための地域評価～愛知県刈谷市を対象として～

A17325 坂谷 瑠哉 指導教員 樋口 恵一

1. はじめに

公共交通は様々な年代の移動の支えであり、コミュニティの形成や健康増進、にぎわいの創出などの役割を担う地域に必要不可欠な存在である。しかし、モータリゼーションの進展による利用者の減少や少子高齢化、乗務員の人手不足などの要因により、地域公共交通は衰退傾向にある¹⁾。衰退傾向にある公共交通の維持や、人口減少・高齢化といった都市課題を改善するため、地域機能の集積と公共交通ネットワークの再構築によって接続するコンパクト・プラス・ネットワークが推進されている²⁾。また、公共交通の維持・発展には地域住民の協力が必要不可欠であり、住民の協力を得た公共交通ネットワークの構築を目指していかなくてはならない。

そこで本研究では、愛知県刈谷市を対象に人口・施設・住民力の3つの地域ポテンシャルを指標データとして地域評価を行うことで、地域ポテンシャルに応じた公共交通システムの方向性について検討する。

2. 評価対象と指標データの選定

2-1. 評価対象地域の選定

刈谷市では、地域包括ケアシステム³⁾の1つとして地域包括支援センターを市内6か所に設置している。それらの地域と刈谷市中学校区がほぼ一致する点や、市民意識調査の統計が中学校区毎に集計されていることから、中学校区を対象に地域評価を行う。

2-2. 指標データの選定

各中学校区の人口数、施設数は、刈谷市オープンデータや国土数値情報ダウンロードサービス等(表1)の指標データから集計する。なお施設は、生活に不可欠な商業施設や医療施設をはじめ、趣味活動の場を収集する。また、住民力は刈谷市の市民意識調査結果を用いる。

3. 評価手順の検討

3-1. 評価方法

地域ポテンシャルに応じた公共交通システムの方向性は、Step1:地域に適した交通手段の検討と、Step2:住民協働の可能性の検討、の2段階に分けて検討する。

3-2. Step1: 地域に適した交通手段の検討

(1) 需要規模の検討

需要規模が大きい地域は大型・中型バスでの多人数輸送、需要が小さい地域ではマイクロバスや乗用車での少人数輸送を検討することとなる。そこで、中学校区別に総人口・施設密度を算出し、それぞれの基準化変量(平均0、標準偏差1)を基に、4象限マトリクスを作成することで市内での位置付けを明らかにする。

(2) 路線設定・運行方式の方向性の検討

SISを用いて人口分布・施設分布・高齢化率を500mメッシュデータで確認し、地域核の分布や高齢化率の高い地域を確認することで路線設定をすべき場所を明らかにする。さらに、人口・施設の分布が地域全体に広がっている地域では地域全体の循環型、人口・施設の極がある場合は極を巡回する巡回型、人口・施設が低密度に分散している場合はデマンド型など、運行方式の方向性を検討する。

3-3. Step2: 住民協働の可能性の検討

住民力には、地域との繋がりが強い結合型の住民力と、他地域との繋がりが強い橋渡し型の2つの傾向

表1 指標データと出典

分類	指標	出典
人口	刈谷市町別5歳未満人口	刈谷市オープンデータ
	500mメッシュ別将来推計人口 (H30国政局推計)	国土数値情報ダウンロードサービス
施設	役所	国土数値情報ダウンロードサービス
	福祉施設	刈谷市オープンデータ
	教育機関	刈谷市オープンデータ
	地域サロン	刈谷市通所サービスB登録団体
	医療施設	NAVITIME MapFan
	商業施設	NAVITIME
	娯楽施設	NAVITIME P-WORLD
	観光資源	刈谷市オープンデータ
住民力	地元の農産物を買うように心がけている (結)	市民意識調査
	福祉の心を持った行動に心がけている (結)	
	刈谷市に誇りや愛着を感じている (結)	
	困りごとを気軽に話し合える人や場所が身近にある (結)	
	刈谷市には、休日などにリフレッシュできる場所があると思う (結)	
	刈谷市は、地域の支えあいにより高齢者や障害者も安心して暮らせると思う (結)	
	刈谷市は、市民一人ひとりの意識やモラルが高いと思う (結)	
	刈谷市に住む外国人と日本人は、異なる文化や習慣を互いに認め合いながら暮らしていると思う (結)	
	日頃から文化や芸術に親しんでいる (橋)	
	生涯学習を行っている (橋)	
	ボランティアや地域活動、自主活動などに参加したことがある (橋)	
	現在、地域福祉に関するボランティア活動に参加している (橋)	
	国際交流イベントや行事に参加したことがある (橋)	
	刈谷市は、各種施設が整い、文化やスポーツ、学習活動などに取り組みやすいと思う (橋)	
	刈谷市は、文化芸術の創作や発表をしやすい環境が整備されていると思う (橋)	
	刈谷市は、産業が活発であると思う (橋)	
	刈谷市は、地域活動やボランティア活動が活発であると思う (橋)	
	刈谷市は、市民の意見が市政に反映されていると思う (橋)	
	刈谷市は、地域での交流や世代・分野などの垣根を超えた交流が活発であると思う (橋)	

がある。結合型の傾向が強い地域では、地域住民主体による時刻表の作成や住民運営の交通といった「住民主体型」の協働の可能性がある。また、橋渡し型が強い地域では、地域ボランティアによる乗降サポートといった「サポーター型」の協働の可能性がある。

各中学校区の住民力の傾向を明らかにするため、市民意識調査のアンケート項目より結合型・橋渡し型に関連する項目を抽出（表1）し、回答結果に得点付けを行う。需要規模の検討と同様に各中学校区の得点より基準化変量を求め、4象限マトリクスを作成することで地域の住民力の傾向を明らかにする。

4. 分析結果

4-1. 地域に適した交通手段について

需要規模の検討結果（図1）を見ると、刈谷南・雁が音・朝日中学校区では需要規模が大きく、刈谷東・依佐美・富士松中学校区では需要規模が小さいと分かった。

また、500mメッシュの人口・施設分布を確認した結果を図2・図3に示す。刈谷東・刈谷南中学校区では、人口・施設が集中している地域が広く分布している。一方、富士松中学校区では他学区と比べて人口・施設共に少なく、集中メッシュは限定的である。

4-2. 住民協働の可能性を検討

市民意識調査より、地域への愛着や近隣住民との付き合いに関連する調査項目が結合型、趣味活動やボランティア活動等の調査項目を橋渡し型とし、回答結果を得点化（そう思う：2点、どちらかといえばそう思う：1点、どちらかといえばそう思わない：-1点、そう思わない：-2点）した後、基準化変量を算出した。4象限マトリクスの結果を図2に示す。朝日・雁が音中学校区はどちらの傾向も強く、住民協働の可能性が特に高い地域であると分かった。また、刈谷南・依佐美中学校区はそれぞれ橋渡し型、結合型の傾向が強いことが分かった。

4-3. 地域に適した公共交通システムの方性

中学校区別の公共交通システムの方性を表2に示す。その結果、各中学校区の需要規模や人口・施設の分布状況、また住民力の傾向について地域特性が判明し、地域に適した公共交通システムの方性が明らかとなった。

5. まとめ

本研究では、各中学校区の地域ポテンシャルを算出し、刈谷市内の地域特性別に公共交通システムの方性を検討した。

対象地域の道路整備状況によっては、交通手段が適さないことも考えられ、道路整備状況を鑑みた検討を行うことが今後の課題である。

参考文献

- 1) 国土交通省：地域公共交通の現状，
<https://www.tb.mlit.go.jp/>，(2020-12-11 閲覧)
- 2) 国土交通省：コンパクト・プラス・ネットワークの推進について，<https://www.mlit.go.jp/>，(2020-12-23 閲覧)
- 3) 厚生労働省：地域包括ケアシステム，<https://www.mhlw.go.jp/index.html>（2021-01-19 閲覧）

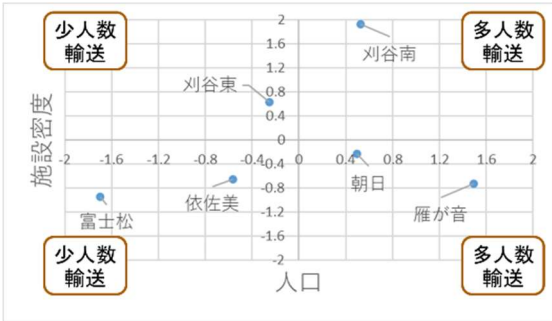


図1 需要規模の検討結果

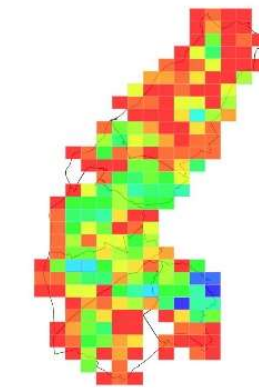


図2 人口分布

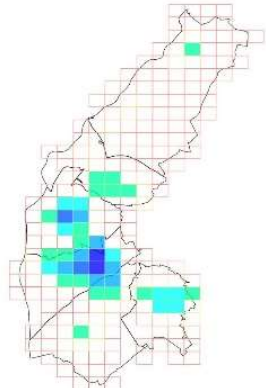


図3 施設分布

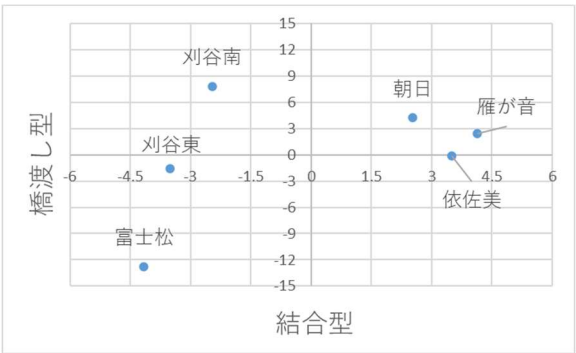


図3 住民力の傾向

表2 地域に適した公共交通システムの方性

中学校区	交通手段	運行方式	住民共働の可能性
刈谷南	多人数	地域循環型	サポーター
雁が音	多人数	地域循環型 or 居住地域・施設集中地域間の巡回型×2	住民主体/サポーター
朝日	多人数	北部地域の巡回型 + 南部地域でのデマンド型	住民主体/サポーター
刈谷東	少人数	地域循環型	住民主体
依佐美	少人数	南北方向の巡回型 + 周辺過疎地域でのデマンド型	
富士松	少人数	デマンド型	

長久手N-バスにおける高齢者利用促進に向けた支援ツールの検討

A17356 八尾 拓真 指導教員 樋口 恵一

1. はじめに

近年、高齢ドライバーによる交通死亡事故割合が年々増加している¹⁾。今後日本では高齢化に拍車がかかることが予想されるため対策を講じる必要がある。現在行われている主な対策としては ADAS 付自動車や新たな移動手段の提供、モビリティマネジメントを通じた公共交通の利用促進などが挙げられる。既往研究²⁾によると、公共交通機関の利用者は日常生活に関わる機能（認知力、判断力、運動能力等）を維持できることが分かっているため、安全面でも健康面でも公共交通の利用が望ましいといわれている。

しかし、公共交通事業者主体で行われる利用促進事業の多くは公共交通を利用している関心の高い層には情報が行き届きやすく、公共交通を利用していない層や移動手段の転換を検討して欲しい高齢者層にとって扱いやすい情報ではなく、情報が行き届いていないという問題点がある。

そこで本研究では、特に公共交通を利用したことが無い高齢者等に対して公共交通利用を促進していくための利用促進ツールを、愛知県長久手市を事例に検討し、今後の展開に向けた方向性を考察する。

2. 長久手市のコミュニティバス「N-バス」について

2-1. N-バスの概要

本研究で対象とする「N-バス」は長久手市内の主要地点を走るコミュニティバスである。利用料金は 100 円、高齢者・妊婦・障がい者・中学生以下は無料であり、通勤・通学・買い物など地域住民の足として利用されている。

2-2. N-バスの問題点

長久手市内の主要施設は市の西部に集まっており、N-バス利用者の目的地も多くある。そのため、市の東部から N-バスを利用して西部に向かう際は、市内中央部の乗り継ぎ地点を経由する必要がある、乗り継ぎ待ちの時間が長いほか、乗り継ぎが複雑であるなど使い勝手が悪く、N-バスの利用を敬遠する要因にもなっている。また、長久手市では時刻表や路線図を配布しているが、乗り方に関する質問がある際には現状のツールでは扱いにくいといった民生委員等の意見もある。

3. N-バスお出かけガイド（案）の検討・作成

高齢者向けの支援ツールに my 時刻表というものがある。これは高齢者が外出する際に便利なオーダーメイドの時刻表ツールの事である。利用するバス停と時刻のみが表記されており、高齢者でも分かりやすい簡易的な表記となっており、一般的に作成依頼を受けた市役所で作成・発行されている。

本研究では長久手市の N-バスのオリジナルの my 時刻表となる『N-バスお出かけガイド（案）』を作成する事とした（図 1）。当該ガイドの狙いとしては、車での移動から利用転換を

考えている高齢者や乗り継ぎが複雑なため N-バス利用を断念している高齢者へ利用を促すこと、住民の最寄のバス停から市内主要目的地に外出が可能であると住民に周知することである。仕様案を下記に記す。

- ・バス停ごとに市内主要地点への往来に特化
- ・高齢者世帯への配布に向けて A4 冊子版での作成（高齢者が見やすい・利用しやすい設計）
- ・乗り継ぎ待ち時間が 20 分以内になるダイヤのみで時刻表を作成
- ・往路を左、復路を右に記載し視覚的に差別化
- ・滞在時間を表記することにより外出計画を立てやすくする

【お買い物で藤が丘（バス停名：藤が丘）へ向かう】

三ヶ峯ニュータウン	三ヶ峯線9：43発
	↓
<乗り換え> 市役所	10：22着 藤が丘線10：30発
	↓
藤が丘	10：49着 【滞在時間2時30分】 藤が丘線13：19発
	↓
<乗り換え> 市役所	13：40着 三ヶ峯線14：05発
	↓
三ヶ峯ニュータウン	14：38着

図 1 N-バスお出かけガイド（案）より一部抜粋

4. N-バスお出かけガイド（案）の評価

4-1. 評価方法

作成した N-バスお出かけガイド（案）の有用性についてのアンケートを実施した。普段高齢者からの問い合わせが多い民生委員（6 人）及び長久手市職員（13 人）に調査を依頼し回答を得た。アンケートの設問は全部で 7 問（市職員は 8 問）あり、設問内容は大きく分けて N-バスに関連する質問、N-バスお出かけガイド（案）の記載内容、N-バスお出かけガイド（案）の有用性についての 3 分類の設問を用意した。

N-バスお出かけガイド（案）の見栄え・有用性の評価方法は、回答を得点化（見やすい 4 点・どちらかといえば見やすい 3 点・どちらかといえば見にくい 2 点・見にくい 1 点）し、3.00 点以上（文字サイズは 3.50 点以上）を高齢者向けとして相応しい設計であると評価する。

4-2. N-バスに関連する現状について

多くの民生委員や市職員が N-バスに乗車体験があり、高齢者からの質問を受けたことがあると回答した。また、民生委員の半数が「説明の手間がかかって大変」と回答しており、市職員の 92%は「地図などを見ないと案内することが難しい」と回答しているため、現状の N-バスの説明は大きな負担になっている。

4-3. N-バスお出かけガイド（案）の評価

「文字サイズ」、「時刻の表示方法」、「滞在時間の記載」、「乗り換えの表記」について見やすさを調査した。4 項目をのうち、「時刻の表示方法」と「滞在時間の記載」については民生委員・市職員ともに見やすい設計であるとの評価であった。図 2 は民生委員と市職員で評価点数に差がみられた「文字サイズ」と「乗り換えの表記」である。「文字サイズ」は市職員も民生委員も基準の 3.50 点を下回っている。

「乗り換えの表記」は民生委員の評価点が低い結果となり、市職員との評価に差がみられた。いずれも、民生委員より市職員の評価が高く、非高齢者は高齢者より過大評価している傾向にある。

図 3 は有用性の評価結果である。回答結果の平均点で民生委員 3.00 点、市職員 3.23 点となり、両者で N-バスお出かけガイド（案）は高齢者の外出の促進に有用であるという結果が得られた。

5. 時刻表の自動作成プログラムの検討

今回、N-バスお出かけガイド（案）の作成は手作業で行った。しかし、今後長久手市の公共交通利用促進事業や介護予防事業として導入することを想定すると大変な労力となる。そこで N-バスお出かけガイド（案）の作成を補助するために、時刻を自動的に抽出させる ExcelVBA を 2 つの仕様（①Excel に整理された各路線の時刻表から OD の時刻を抽出する仕様、②YAHOO 乗換え検索を利用して指定したバス停間の時刻を抽出する仕様）で検討した。

6. おわりに

N-バスお出かけガイド（案）は民生委員や市職員の方々に回答頂いたアンケートで有用性が認められ、社会福祉協議会の方からも高評価が得られた。今後は収集した意見に基づいた N-バスお出かけガイド（案）の更新と 2021 年 4 月の路線改変を踏まえた自動作成プログラムの作成を行っていく必要がある。

参考文献

1) 内閣府：令和元年版交通安全白書、

https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/r01kou_haku/index_zenbun_pdf.html（2020.6.20 閲覧）

2) 谷本 圭志：地方における高齢者の外出手段と機能的健康の維持に関する実証分析（2020.6.25 閲覧）

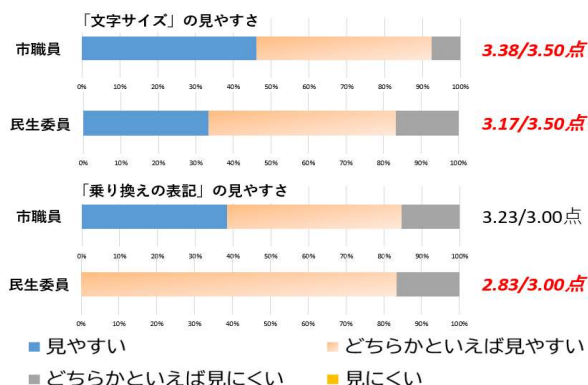


図 2 お出かけガイドの見栄えについて

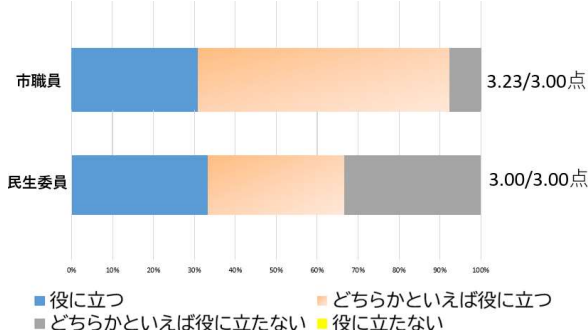


図 3 N-バスお出かけガイドの有用性

地方都市における交通費用格差是正に向けたタクシー定額料金の試算

A17351 前田 伊吹 指導教員 樋口 恵一

1. はじめに

現在日本の地方部においては、少子高齢化やモータリゼーションの進展により、地域鉄道やバス路線の廃止が相次いでおり、公共交通空白地域が年々増加している。そこで左記の地域における移動手段の確保が重要な課題となっている。特に地方都市においてはマイカー依存度が高くなっているが、高齢化が進んでいることを考慮すると、移動は公共交通へシフトすることが理想とされる。移動手段としてタクシーに焦点を当てた。タクシーはドアツードアでの移動可能であることから、高齢者が多く勾配が激しい山間部での移動手段として最適であると考えたからである。しかしタクシーは「料金が高い」といった理由により、積極的な利用が進んでいない。そこでタクシー業界が行っている取り組みの一つとして定額タクシーに着目した。定額タクシーは割高感の解消が期待でき、タクシー需要の拡大が見込めるからである。

本研究の対象地域である岐阜県美濃加茂市は北部が山間部・過疎地域であり、南部は美濃太田駅周辺の都市拠点を中心として、東西に市街地が広がっている。北部においては買い物施設などの生活必需施設が少ないため、南部まで移動しなければならない。そのため南北で交通費用格差が生じることが予想される。

以上の点を踏まえて本研究では、岐阜県美濃加茂市の各地域において1ヶ月タクシー定額料金を試算し、南北の交通費用格差是正についての施策を検討する。

2. タクシー交通サービスにおける料金についての現状把握

2-1 各公共交通機関における単位 km あたりの費用比較

タクシー料金を他の公共交通機関と比較し、具体的な料金の差を明らかにするため、美濃可児交通圏内を運行している公共交通機関を対象として、単位 km あたりに生ずる料金を算出した。方法は次の通りである。①美濃可児交通圏で運行されている公共交通機関について調べる。②Excel に路線ごとにバス停名、駅名を一覧にして記す。③バス停間、駅間の距離 x [km] を Google Map で測定して記す。④ウェブサイトで運賃について調べて記す。⑤距離、運賃について散布図にまとめる。⑥散布図において近似式 $y = ax + b$ を挿入し、 a の値を 1km 移動するのにかかる費用と見なす。

単位 km あたりの費用算出結果が表-1 である。タクシーにおける 1km あたりの料金は他の公共交通機関に比べて、はるかに高いということが分かった。

2-2 定額タクシー実証実験について

2016 年に福岡市、北九州市で行われたタクシーの定額実証実験について述べる。実施目的としては、高齢者の方々が免許返納後に外出するための日常の移動手段の確保や、利便性向上等である。主な内容としては、自宅とあらかじめ登録した 2ヶ所の指定目的地（病院、お買い物店または鉄道駅より選択）の間を 1ヶ月間定額で乗り放題で利用できるというものである。運賃は、2,3 日に 1 度利用する想定で料金を設定されており、1ヶ月 22,000 円～45,000 円であった。この実証実験においては、足を怪我して運転不可能になった人や、頻繁に病院に通っていた人などが利用し、9 割以上がふだん全くタクシーを利用していない人であったという効果が見られた¹⁾。このことから美濃加茂市に定額タクシーを導入すると新たな顧客獲得が期待でき、タクシー需要の拡大に繋がるのではないかと考えた。

表-1 美濃可児交通圏内における

各公共交通機関の 1km あたりの料金

公共交通機関名	1kmあたりの費用〔円〕
JR岐阜バス	19.5
JR西日本	19.7
JR東海	10.6
YAOバス	29.1
名古屋鉄道	18.0
関シティバス	4.4
東濃鉄道	27.2
長良川鉄道	22.1
タクシー（岐阜地区）	348.3

3. タクシー定額料金の試算

3-1 試算における条件付け

65歳以上の高齢者を対象に、1ヶ月タクシー定額料金を試算した。外出先に関しては、第一生命が高齢者を対象として行ったアンケートを参考として、スーパー・公民館・病院の3つの施設に着目した²⁾。美濃加茂市において左記の3つの施設をGISで可視化した図が図-1(◇:スーパー, ▲:公民館, ●:病院)である。美濃加茂市HPに記載されている「都市将来像図」を参考として、8つの地域について試算を行い、出発地はそれぞれの地域拠点とした。また、到着地は「生活必需施設」・「趣味娯楽施設」に分けた。前者は最寄りのスーパー・病院のうち距離が遠い施設で、後者は最寄りの公民館である。1ヵ月の外出回数は、コロナ禍におけるアンケート結果を参考にして、生活必需施設:8回、趣味娯楽施設は4回とした。



図-1 美濃加茂市におけるGIS図

3-2 試算結果

試算結果は表-2のようになった。特に北部において1ヶ月タクシー利用料金が高くなることが分かった。表-2をもとに交通費用格差是正について考察する。北部・南部で1年間での増減収額を試算し、「北部における減収額」を「南部における増収額」によって賄うには全地区のタクシー定額料金をいくらにしたら良いかの試算を行った。試算結果が表-3のようになった。すると1ヶ月2万円以上になると、「中部～南部にける増収額」－「北部における減収額」がプラスの値になることが分かった。

表-2 タクシー定額料金試算結果

地区名	1ヶ月運賃〔円〕
三和地区	60,696
伊深地区	36,280
山之上地区	29,480
蜂屋地区	16,296
加茂野地区	26,720
下米田地区	10,960
古井地区	21,960
美濃太田駅周辺地区	13,880

表-3 1年間での増減収額の試算結果

	設定額 18,000円	設定額 19,000円	設定額 20,000円	設定額 21,000円	設定額 22,000円
北部における減収額	約1億9千万	約1億8千万	約1億7千万	約1億7千万	約1億6千万
中部～南部における増収額	約－9千万	約6千万	約2億2千万	約3億8千万	約5億3千万
増収額－減収額	約－2億8千万	約－1億2千万	約＋4千8百万	約＋2億1千万	約＋3億7千万

4. おわりに

本研究ではタクシー料金に重点を置き、2つの試算を行った。各公共交通機関を対象として行った単位kmあたりの費用算出では、他の公共交通機関と比較して、タクシー料金は数十倍高いということが分かった。また、高齢者を対象として、美濃加茂市内の8つの地域において1ヶ月のタクシー利用額を試算した。その結果北部に位置する三和地区・伊深地区において特にタクシー定額料金が高くなることが分かった。この結果をもとに、タクシー会社の採算性を考慮し、南北の交通費用格差是正について考察すると全地区定額料金を統一するという条件のもと、2万円以上であれば良いということが分かった。

今後の研究課題は、美濃加茂市内を運行しているすべての公共交通機関を対象として共通運賃制度の適用可能性を評価することである。

参考文献

- 1) PRTIMES <https://prt看times.jp> (2020/11/15 閲覧)
- 2) 第一生命 『高齢者の外出の現状とその意向』 <http://group.dai-ichi-life.co.jp> (2020/10/06 閲覧)

パーソナルモビリティを利用したらく乗りプロジェクトの運用評価

A17339 中川 圭真

指導教員 樋口 恵一

1. はじめに

近年わが国では高齢化が進んでおり、様々な社会問題を抱えている。その一つは移動の問題であり、運転免許を返納した後の移動手段が確保されておらず、高齢者が家に引きこもる事で認知機能や身体機能の低下に繋がるなどの問題がある。高齢者が健康に生活していくためには、外出機会や地域とのふれあいを増やしていく事が重要であり、高齢者が気軽に外出できる移動手段を確保し、地域内での活動に気軽に参加できるような環境が必要である。運転免許非所有者でも簡単に乗れる移動手段としてシニアカーなどのパーソナルモビリティがあるが、購入補助が無く、気軽に利用することができない。

そこで、地域福祉活動が盛んな名古屋市南区の名南中学校区(図-1)で活動している男塾というボランティア団体と協力し、移動に困っている地域住民が気軽に利用できるようパーソナルモビリティであるキュリオ社製 SCOO (図-2) の SCOO の地域シェアリング(以下:らく乗り)を企画し、実証実験を行う事となった。

そこで本研究では、「利用者効果」「運用面」の2つの内容を調査し、らく乗りの実用可能性を評価する。

2. 実証実験概要

らく乗りは、10・11の2か月間、SCOO 2台で運用した。まず SCOO の試乗会を行って運転技術を確認した後、実験参加の同意書と基本属性を登録してもらった。実験期間中は、①利用者は電話等で利用日時を予約、②利用日時に利用者宅へ男塾メンバーが SCOO を配送、③買い物などへの付き添い、④利用後、男塾メンバーが SCOO を回収、という流れでシェアリングを行った。

今回の利用登録者は11名であったが、登録はしたものの利用をしない方や1回しか利用していない登録者も多く、複数回利用があったのは5名だった。また、計31回(10月13回、11月18回)の利用があり、利用者からの感想では、面白い・楽しいといった好意的な意見が多く寄せられた。

3. 利用者効果の評価結果

今回の実験登録者11名の内、複数回利用があった5名を評価の対象にする。また、利用者C・D・Hは要支援を受けており体に不安を感じている高齢者である。

「活動範囲」「人とのつながり」ではE-SAS法²⁾を使用し、「充実感」では心理測定尺度集³⁾を使用して調査した結果を表-1に示す。

活動範囲は、3名の得点が向上した。向上した利用者の共通点として、体に不安を感じている人であっ



図-1 対象地域



図-2 SCOO

表-1 利用者効果の評価結果表

利用者	活動範囲 120点満点			人とのつながり 30点満点			充実感 30点満点		
	事前	事後	点数差	事前	事後	点数差	事前	事後	点数差
A	110	110	0	9	12	3	18	18	0
C	58	66	8	28	29	1	30	30	0
D	80	87.5	7.5	10	21	11	30	30	0
F	102	64	-38	15	15	0	20	21	1
H	15	21	6	7	12	5	29	29	0

た。利用者 F の点数が低下した理由は、外気温の低下による外出機会の減少である。

人とのつながりでは、4 名の利用者が向上した。共通する理由として、学生や運営メンバーとのふれあい機会や会話の増加が挙げられ、運営メンバーも高齢者であるため会話が増加し、利用者・運営者の双方に良い影響を与えている。なお充実感では、大きな変化が見られなかった。

4. 運用面の評価結果

4-1 運営メンバーによるらく乗りの期待度

運営メンバー6 名に対して「高齢者の外出促進」・「要支援・要介護の外出促進」・「免許返納」・「認知症予防」について実証実験前後でアンケート調査を行った。その結果、「高齢者の外出促進」・「要支援・要介護の外出促進」・「認知症予防」では実験開始前後で期待度が高水準で維持されていた。しかし、「免許返納」に関しては、期待度の低下が見られた。その理由として、『SCOO では車の利便性には勝てない為、免許返納には繋がらないと思う』といった意見が挙げられていた。

4-2 運営メンバーによる配送依頼連絡と配送方法の課題

運営メンバーに対して、今回のような電話での配送確認連絡について伺ったところ、概ね問題なかったと回答していた。徒歩による配送について、概ね問題なかったと回答であったが、『利用者数が増加したら、車での配送も必要』といった意見が挙げられた。

4-3 利用者側からの予約方法の評価

利用者 10 名に対して「運営側からの予約」「電話予約」「直接来訪して予約」「携帯・スマートフォン」「パソコン」の 5 つの方法の利便性を調査した結果が図-3 となる。その結果 8 名が「運営側からの予約」を、6 名が「電話予約」を非常に便利と回答した。「直接来訪して予約」では体に不安を感じている方は不便と感じおり、「携帯」・「スマートフォン」・「パソコン」は殆どの利用者が非常に不便と回答した。

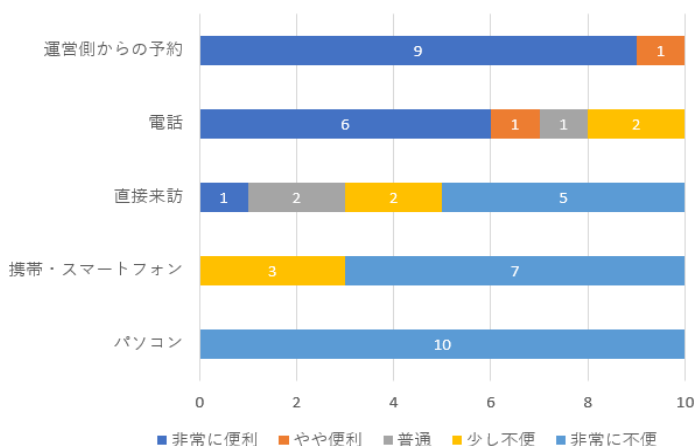


図-3 予約方法の利便性調査結果

4-4 今後の地域へのらく乗りの必要性

運営に関わったことがない男塾メンバー6 名と、らく乗り関係者である運営メンバー6 名、利用者 10 名にらく乗りの今後の地域への必要性を調査した結果を図-4 に示す。らく乗りに関わったことがないメンバーは必要性を感じておらず、運営メンバーと利用者は必要性を高く感じている。

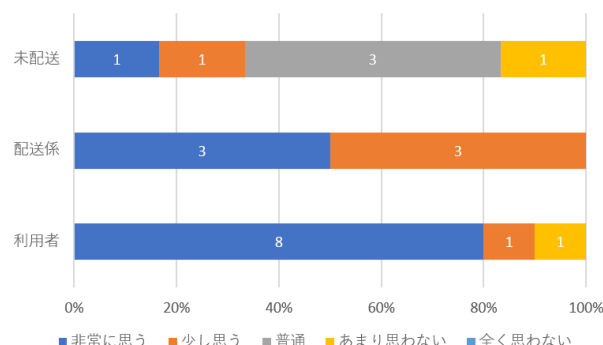


図-4 地域への必要性

5. おわりに

本研究では、パーソナルモビリティの地域シェアリングを行うため、名南中学校区で活動しているボランティア団体の男塾と連携し、らく乗り実証実験を行った。複数回利用があった利用登録者は活動範囲が広がり、人とのつながりが増えるなど良い効果が見られ、利用者・運営者とも地域への必要性を高く感じている。今後の本格的に実装に向けては配送係等の増員、管理方法の省力化が課題である。また、利用者へ支払い意志額を尋ねたところ最大で 1000 円、平均で 100 円／時間であったため、車両購入や運営費の目安として具体的な実装計画を策定していく必要がある。

参考文献

- 1) 内閣府：令和 2 年版高齢社会白書, <https://www8.cao.go.jp/>, (2020-12-09 閲覧)
- 2) 公益社団法人：E-SAS 使ってみよう, <http://jspt.japanpt.or.jp/>, (2020-12-10 閲覧)
- 3) 心理測定尺度集 I：堀洋道 山本眞理子 2001 年 6 月 (2020-12-10 閲覧)

パーソナルモビリティの通行障害要因の抽出と簡易計測法の検討

A17324 近藤 峻太 指導教員 樋口 恵一

1. はじめに

近年、日本では高齢化の進行が問題視されており、歩行能力・心身機能の低下により外出や社会参加ができず、健康寿命の延伸が行えない高齢者が多く存在している。そのため、高齢者の移動手段として小型電動車（パーソナルモビリティ）に期待が寄せられている。パーソナルモビリティに関する既往研究は、障害者等を対象としたアンケートやヒアリング等で通行障害要因を評価した研究や、新たな計測技術の開発等が行われている。しかし、今後の利用が想定されている高齢者の意見が反映されていない点や、生活道路を含めた膨大な道路の通行障害要因を調査・計測するには作業負担が大きいといった課題がある。

そこで本研究では、パーソナルモビリティの利用経験が無い高齢者を対象に、継続利用による通行障害要因に対する影響度の推移を明らかにする。また、最も影響度の大きい通行障害要因を対象に簡易計測法の検討を行い、従来の計測法と比較する。

2. 通行障害要因に対する影響度合いの推移

2-1 調査概要

名古屋市南区の名南中学校区で実施されたパーソナルモビリティの地域シェアリング実証実験¹⁾に参加し、実験参加者へ通行障害要因の影響度をヒアリングする（表-1）。初回時と最終利用時に調査を行うことで、継続利用による推移を明らかにする。また、利用毎に運転技能・安全意識を評価し、それぞれの関係性を明らかにする。

表-1 調査概要

日時	2020年9月24日～11月27日
対象地域	名古屋市南区名南中学校区
対象者	11名（男性3名、女性8名）
通行障害要因	勾配、段差、幅員、道路敷設物
調査項目	影響度合い 運転技能・安全意識

2-2 評価方法

影響度の評価では、通行障害要因として勾配・段差・幅員・道路敷設物の4項目を選定し、初回・最終回の利用時に影響度合いの一对比較を調査する。収集した結果は、シェフェの一对比較法（中屋の変法）²⁾を用いて数値化し、影響度の大きさを評価する（マイナスに値が大きいほど影響度合いが大きい）。

運転技能・安全意識の評価では、「バックする際に後方確認できているか」や「人とすれ違う際に速度調整できているか」など8個の調査項目を作成、各3点満点で評価し、実際の道路での運転状況を2点満点で評価した。今回は運転技能の平均点と運転状況得点をあわせた5点満点で推移の評価を行う。

2-3 分析結果

アンケート調査が実施できた7名の初回利用時の影響度を算出した結果、勾配：-17、段差：-13、道路敷設物：13、幅員：17となり、『勾配』が最も影響度が大きい。ヒアリング結果の特徴として女性や自動車の運転経験が無い方が多く、体が傾くことに恐怖を感じている。

表-2 影響度の推移と運転技能・安全意識の推移

	運転技能・安全意識		影響度の計	
	初回	最終	初回	最終
対象者A	4.88	5	10	8
対象者C	3.25	4.5	14	12
対象者H	3.57	4.75	16	6

表-2に、継続利用があった3名の影響度の推移と運転技能・安全意識の推移を示す。継続利用を行うことで運転技能・安全意識の評価が向上し、通行障害要因に対する影響度の値の合計が減少している。

3. 簡易計測法の検討及び従来の計測法との比較

3-1 簡易計測法の検討

通行障害要因として最も影響のあった『勾配』を対象とする。勾配は、勾配計での計測が一般的であるが、勾配箇所を1つずつ計測する必要があり、計測負担が大きい。そこで、路線上に存在する複数の勾配を一度に計測できるよう、図-1に示すUSB振動データロガー（以下、振動計）³⁾を用いて勾配の簡易計測法を検討する。当該振動計は記録間隔0.5秒で計測でき、3軸（X,Y,Z軸）の振動を記録できる。また、リアルタイムの計測が可能である。



図-1 振動計³⁾

計測方法は、パーソナルモビリティのハンドル付け根に振動計を取り付け、パソコンと接続しながら走行することでリアルタイムに測定する。また、走行速度が5段階あるため、観測地点の状況を詳細に収集できるよう速度1（最も低速）で走行しながら測定を行う。今回は、一定区間続く横断勾配と合成勾配箇所の計測について検討する。

3-2 検討結果

図-2 は、横断勾配と合成勾配があるマウントアップのすみ切り部（写真-1）の振動値である。横断勾配は X,Y,Z 軸の振動値が一定であり X 値で変化を読み取ることができる。一方、合成勾配は X,Y,Z 軸の振動値の変化が大きく、Z 値でその変化を計測可能である。

表-3 に横断勾配（7.2%、11%、18.6%）と合成勾配（小、中、大）の10回ずつ計測した振動値の平均値を示す。

横断勾配は傾きが大きくなると振動値も上昇し、標準偏差が小さい。対して合成勾配は傾きが大きくなると振動値も上昇するが、計測距離が短いことから計測数が1つしかなく、値にバラつきがみられ標準偏差が大きい。このことから、振動計での計測は、区間の短い合成勾配には適していないと考える。

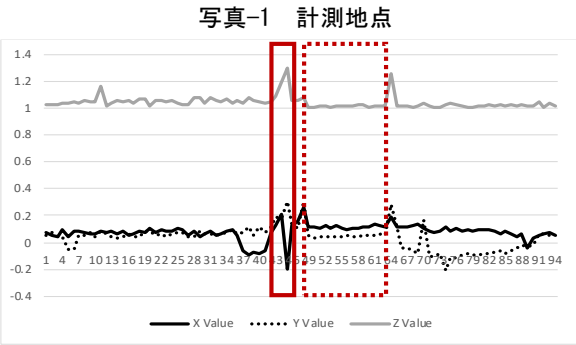
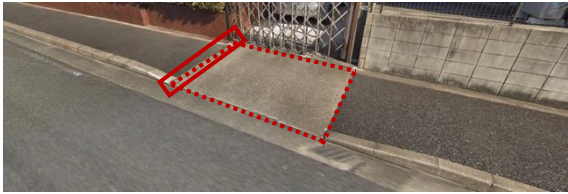


図-2 計測結果

3-3 比較結果

勾配計での計測と今回の簡易計測法での計測作業を比較するため、約230mの区間長に横断勾配が6箇所ある道路を計測した作業結果比較を表-4に示す。

勾配計は計測時間が短く、1人で計測できるが、記録できる数が少なく、計測位置の特定に課題がある。対して簡易計測法（振動計）は走行速度が遅いため計測時間が長く、2人での計測が必要であるが、記録数が多く、前後の変化も読み取ることができる。また、リアルタイムに収集したデータを、CSVにエクスポートできるため、集計やグラフ化が簡易である。

表-3 横断勾配と合成勾配の傾き毎の振動値

計測回数	横断勾配			合成勾配		
	小 横断勾配7.2%	中 横断勾配11%	大 横断勾配18.6%	小 縦6.2%、横7.2%	中 縦12.8%、横11%	大 縦8.5%、横18.6%
1回目	0.089	0.135	0.232	1.43	1.15	1.44
2回目	0.086	0.147	0.232	1.30	1.44	1.77
3回目	0.087	0.134	0.228	1.24	1.50	1.30
4回目	0.092	0.123	0.234	1.50	1.58	1.69
5回目	0.092	0.141	0.233	1.32	1.27	1.35
6回目	0.093	0.125	0.236	1.26	1.39	1.39
7回目	0.096	0.132	0.222	1.49	1.44	1.61
8回目	0.087	0.127	0.217	1.40	1.52	1.38
9回目	0.091	0.128	0.223	1.10	1.45	1.28
10回目	0.095	0.130	0.236	1.10	1.48	1.56
平均	0.091	0.132	0.229	1.314	1.422	1.477
標準偏差	0.003	0.007	0.006	0.137	0.120	0.161

4. おわりに

初めてパーソナルモビリティを利用する高齢者は勾配を通行障害要因として感じる影響度が最も大きい。しかし、継続利用を行うことで運転に慣れ、通行障害要因に対する影響度は減少することが明らかになった。

表-4 勾配計と振動計の簡易であるかの比較

	勾配計	振動計
計測に要した時間	3分13秒	4分20秒
計測に要する人員	1人	2人
記録数	6	117
メリット	計測に要する時間・人員が少ない	調査区間全体を計測できるため前後の変化が分かる
デメリット	計測位置により数値が異なる	計測に要する時間・人員が多い

簡易計測法の検討では、振動計を用いて横断勾配と合成勾配の測定を行なった。その結果、合成勾配は測定値のバラつきが大きく振動計での計測には適していないが、X 値で計測できる横断勾配には振動計での計測が可能である。今回検討した方法では2人での計測が必要となるが、記録数が多く、計測路線全体の変化を収集可能で、集計やグラフ化を簡易に作成することができる。

参考文献

- 1) 中川圭真：パーソナルモビリティを利用したらく乗りプロジェクトの運用評価, 大同大学 2020 年度卒業研究
- 2) 感性・官能評価システム J-SEMS：シェフエの対比較法（中屋の変法），
<https://j-sems.com/%e4%b8%80%e5%af%be%e6%af%94%e8%bc%83%e6%b3%95/>（最終閲覧日：2020.1.15）
- 3) SATO 測定器：USB 振動データロガーDT-178A：<https://satosokuteiki.com/item/detail/767>（最終閲覧日：2020.1.22）

2026 年アジア大会競技場への障がい者のアクセス性評価

A17316 加藤 太一 指導教員 樋口 恵一

1. はじめに

高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律が 2006 年に施行され、身体障がい者に限らず知的・精神障がい者についても移動しやすい社会環境が求められている¹⁾。しかし、現在の社会環境には障がい者にとってのバリアが多く残っている。そのため各障がい者の特徴を詳しく理解したうえでバリアを取り除き、すべての障がい者が移動しやすい社会環境を作り上げることが重要である。このような状況の中で、2026 年には愛知県でアジア競技大会が開催される予定であり、世界中から大勢の障がい者が来日することが見込まれている。これに伴い、公共交通機関の需要が高まると予想され、競技場の最寄り駅から競技場へのアクセス性を高めるべきだと考えた。

そこで本研究では、競技場の最寄り駅から競技場までの移動方法として、『徒歩で移動する』および『ユニバーサルデザインタクシー（以下、UD タクシー）に乗車して移動する』2つのパターンを想定し、駅施設や経路を対象として障がい者の円滑な移動を可能にするか否かのアクセス性を評価する。

2. 調査の概要

駅から競技場へ移動する 2つのパターンの評価対象として、①駅～競技場までの経路、②改札～タクシー乗り場までの動線、③タクシー乗り場の 3 区分に分割する。なお、③タクシー乗り場については、UD タクシー利用時のスロープ設置を想定した評価を行うこととする。

調査の対象は競技場～最寄り駅の距離が 2km 程度以内とし、地下鉄駅などのタクシー乗り場がない場所は対象から除外した。

3. 評価方法の検討

駅施設・経路の評価項目を作成するために各障がい者の特長を整理し、バリアをピックアップした。その後、整理した特長と国土交通省が作成したバリアフリー整備ガイドライン²⁾などを参考にし、駅施設・経路の悪い点、良い点を明確にするため表-1、表-2、表-3 の評価項目を作成した。主に身体障がい者は物的バリアを取り除くこと、知的・精神障がい者はわかりやすい経路を確保することが主眼となる。

表-4 に示す 6 駅・8 経路で現地調査を行い、必要なデータを収集し表-1～表-3 で設定した採点基準と照らし合わせながら点数化し、総合点数を算出する。

表-1 ①駅～競技場までの経路の評価項目

駅～競技場までの経路			
調査項目	1点	2点	3点
⑦距離			
⑧歩道の1.8m以下の箇所数	x ≥ 3か所	1, 2か所	なし
⑨曲がる回数	x ≥ 7回	4回～6回	x ≤ 3回
⑩街灯の数（100m当たり）	x < 1本	1本～3本	x > 3本
⑪歩道の柵・植栽設置率	x < 50%	50%～80%	x > 80%
⑫グレーチング	目が粗いもの	目が細かいもの	なし
⑬音響装置付信号機率	x < 40%	40%～70%	x > 70%・信号無し
⑭リンク中央縦断勾配平均	x > 5%	3%～5%	x < 3%
⑮リンク中央横断勾配平均	x > 3%	1%～3%	x < 1%
⑯リンク中央幅員平均	x < 1.8m	1.8～3m	x > 3m
⑰横断勾配4%以上箇所数	x ≥ 6か所	3か所～5か所	x ≤ 3か所
⑱最大横断勾配	x > 5%	3%～5%	x < 3%
⑲最大段差	x > 2cm		x ≤ 2cm
⑳横断歩道前点字ブロック設置率	x < 30%	30%～60%	x > 60%
㉑競技場案内板の数（200m当たり）	なし	0個～1個	x > 1個
㉒すりつけ部縦横断5%以上箇所数	x ≥ 4か所	1か所～3か所	なし

表-2 ②改札～タクシー乗り場までの動線の評価項目

改札～タクシー乗り場までの動線			
調査項目	1点	2点	3点
①最大段差	x > 2cm	x ≤ 2cm	段差なし
②曲がる回数（階段使用）	x ≥ 4回	3回	x ≤ 2回
③距離（エレベーター使用）	x > 80m	30m～80m	x < 30m
④歩道の1.8m以下の箇所数	x ≥ 2か所	1か所	なし
⑤点字ブロック設置率	x < 60%	60%～90%	x ≥ 90%
⑥タクシー乗り場案内板の数	x < 曲がる回数	x = 曲がる回数	x ≥ 曲がる回数
⑦ピクトグラムの数	x < 曲がる回数	x = 曲がる回数	x ≥ 曲がる回数
⑧案内板のフリガナ	x < 60%	60%～90%	x > 90%
⑨グレーチング	目が粗いもの	目が細かいもの	なし
⑩屋根の設置率	x < 80%	80%～90%	x > 90%
⑪エスカレーターの進入方向マーク	なし	あり	音声案内あり
⑫トイレ	なし	あり	障がい者用あり
⑬案内所	なし	マップあり	駅員配置駅
⑭点字案内板	なし	あり	音声案内あり

表-3 ③タクシー乗り場の評価項目

タクシー乗り場			
調査項目	1点	2点	3点
①タクシー乗場の辺長	x < 10m	10m～20m	x ≥ 20m
②柵の有無	柵なし	ポールあり	柵あり
③柵の間隔	x < 100cm	100cm～150cm	x > 150cm
④左側乗車	右側		左側
⑤マウントアップの寸法	x > 15cm	2cm～15cm	x < 2cm
⑥乗り場の表示	なし	あり	ピクトあり
⑦タクシーレーンの幅	x < 3.5m	3.5m～7m	x > 7m
⑧屋根	なし	歩道側あり	レーン側あり
⑨地面の色分け	同一	されている	タクシーの表記
⑩照明	なし	あり	見つけやすい照明
⑪ベンチ	なし	2人掛け	2人掛け以上
⑫誘導スタッフ	なし		あり
⑬タクシー乗り場の待機台数	1台分	2, 3台分	x ≥ 4台分

4. 駅施設・経路の評価と考察

採点の結果、表-4 のような結果となった。次節より、各区分の1位と最下位になった場所の特長を考察する。

4-1 ①駅～競技場までの経路

得点が高かった経路は、豊田市～豊田スタジアムと笠寺駅～日本ガイシアリーナである。豊田市～豊田スタジアムの経路は、横断歩道手前点字ブロック設置率が100%であり視覚障がい者が安心して移動できる。

また歩道の幅員は最も狭い箇所でも4.2mあり、車いす

同士のすれ違いが容易になるなど、身体障がい者にとってバリアの少ないルートが確保されていることが挙げられる。次に、笠寺駅～日本ガイシアリーナの経路は、駅を出る際の一目の分岐点に色付きのピクトグラム付きの案内板が設置されてある。さらに、このピクトグラムは経路途中に複数設置された地図付きの案内板とデザインが統一されており、施設ごとに色が異なるため、色付きピクトグラムをたどっていけば目的地に到着することができるなど、知的・精神障がい者にとってわかりやすいルートが確保されていることが挙げられる。

一方、最下位の富士松駅～刈谷市総合運動公園までの経路は、駅に設置された刈谷市総合運動公園までの案内経路のうち、全長の74%が歩車道の境界が白線のみであり、歩道幅員は狭い箇所70cmであった。歩道空間の中には標識などの敷設物があるため、これらを避けると車道を通行する必要があり自動車と接触事故を起こす可能性がある。また経路の途中には自動車専用道路の入り口があり歩行者進入禁止の標識があるが、標識を見落とすと誤って進入してしまう可能性がある。身体障がい者、知的・精神障がい者にとって危険な箇所が多く、案内している経路を通行させるにはガードレールや縁石で歩車道を区別するなどの対策が必要である。

4-2 ②改札～タクシー乗り場までの動線

最も点数が高い笠寺駅は、視覚障がい者でも動線を認識できる点字案内板や、見つけやすい案内表示が動線上に設置されており、分かりやすいルートと空間が確保されている。

一方、最下位の野跡駅は、駅からタクシー乗り場までの動線が車道で分断されており、的確な案内サインがなく分かりにくいことが要因として挙げられる。そのため、タクシー乗り場を車道と交差しない場所へ移動させたり、案内サインを連続的に設置するなどの対策が必要である。

4-3 ③タクシー乗り場

最も点数が高い小幡駅のタクシー乗り場は、歩道側のスペースが広く、UDタクシーのスロープ設置が容易であることが挙げられる。一方、最下位の笠寺駅のタクシー乗り場は、一般客が乗車する場所に柵があるためスロープ設置が難しく、柵がない場所で車いす利用者を乗車させようとすると時間がかかり、後ろで待機しているタクシーの妨げとなってしまうため、車いす利用者をUDタクシーに乗車させることが難しい。後続タクシーを待たせることなく車いす利用者を乗車させるためには、空きスペースにUDタクシー専用乗り場を設置するなどの対策が必要である。

5. おわりに

本研究では全ての障がい者が移動しやすい環境を評価するために、2026年アジア大会の会場となる競技場と最寄り駅間の経路評価を行い、バリアがある空間の課題を明らかにした。今回検討した評価方法は、対象施設の絶対評価が可能であり、利用施設の検討や対策の優先順位の検討に有益である。今後は残りの競技場を対象に評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省：高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/barrierfree/content/001349372.pdf> (2020/12/10 閲覧)
- 2) 国土交通省：バリアフリー整備ガイドライン
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/barrierfree/content/001340859.pdf> (2020/12/10 閲覧)

表-4 駅施設・経路の点数

調査箇所	①駅～競技場までの経路 /45	②改札～タクシー乗り場までの動線 /42	③タクシー乗り場 /39
最寄り駅～競技場			
豊田市～豊田スタジアム	1位 43		28
豊田市駅～スカイホール豊田	39	29	
野跡駅～稲永スポーツセンター	39	最下位 25	31
野跡駅～名古屋港サッカー場	41		
富士松～刈谷市総合運動公園	最下位 28	27	28
小幡駅～小幡緑地	32	30	1位 32
三郷駅～愛知県森林公園	29	32	29
笠寺駅～日本ガイシアリーナ	1位 43	1位 33	最下位 24
平均	36.8	29.5	29.0

(※点数の__は平均点以下であることを示す)

車いすユーザーが安心して外出するための情報の質に関する基礎的研究

A17312 大原 陸渡

指導教員 樋口 恵一

1. はじめに

バリアフリーマップとは車いすユーザーや高齢者が利用する多機能トイレの有無や通路の段差情報が載った地図の事であり、国土交通省やNPO、旅行会社、個人サイトなど全国各地でバリアフリーマップが作成されている。車いすユーザーは外出の際に事前にバリアフリー情報を確認する必要があり、特に初めての外出先において重要である。しかしながら、既存のバリアフリーマップの多くは情報の内容や情報の更新頻度にばらつきがある。また、車いすユーザー1人1人の特性が異なるため求める情報が異なる。

車いすユーザーが求める情報の質を明らかにし、全国各地で同じようなバリアフリー情報が提供されることが望まれる。しかし、既往研究では車いすユーザーの外出頻度や外出時に調べる施設情報、目的地までの経路の評価に関する研究は多いものの、バリアフリー情報の重要度を評価した内容や普及してきたスマートフォンのGPS機能を用いた情報の在り方についての研究がみられない。

そこで本研究では車いすユーザーの現状把握とバリアフリー情報の評価を行い、今後の情報の在り方を明らかにすることを目的とする。

2. 事前ヒアリング・街歩き調査

2-1 事前ヒアリング

「社会福祉法人 AGU 自立の家」の森氏に、外出や旅行の際に確認する情報について事前ヒアリングを行った。森氏は紙媒体での情報収集が多く、旅行に行く場合は介助者を連れて行く必要があること、また車いす用トイレでも利用できない場合があるためトイレの位置情報は必要不可欠であることがわかった。

2-2 街歩き調査概要

実際に車いすユーザーの外出状況を確認するため、森氏と一緒に2020年10月29日に御器所駅から新しく開発された久屋大通公園に向かった。街歩き調査で確認した課題を以下に示す。

- ✓ 車いすユーザーが電車を利用する際はスロープがないと乗車、降車できないため乗車駅の駅員さんに降車駅を伝える必要がある。
- ✓ 次に久屋大通公園の課題は階段やスロープが多く、必要以上に遠回りする点、案内板の位置がわかりにくい点、スロープの位置を示した看板の位置が低すぎる点が課題であった。
- ✓ 飲食店では支払い、席までの移動、固定椅子では利用できない点が課題であった。

2-3 車いすユーザーの外出時の課題

街歩き調査や既存資料の整理からまとめた車いすユーザーの外出時の3つの課題を表-1に示す。

表-1 車いすユーザー外出時の課題

無計画で外出することが困難	入口の段差や急なスロープ、エレベータのない建物など車いすで出かけるには制限が多く、安心して出かけられる場所を見つけるのがとても難しい。
同じ場所でも利用できる場合と出来ない場合がある	車いすユーザーも多様で車いすの種類、介助者の有無、また身体の状態も人それぞれである。小さな段差が厳しい人や少しなら立てる人もいるため、同じ場所でも利用できる場合と出来ない場合がある。
合理的配慮の欠如	車いすユーザーが飲食店に行く際、店舗情報や座席状況を確認する必要があり事前に電話にて店員がサポートをされると言われても実際は車いすユーザーに対する手助けができていないといった問題がある。

3. 今後の情報の在り方に関するヒアリング調査

3-1 調査内容の検討

はじめに車いすユーザーの性別、年代、障害の種類など基本属性を調査する。次に情報の重要度について調査をするために既往研究と事前調査、街歩き調査から、①多目的トイレの位置情報、②スロープの位

置やバリアなど目的地までの経路情報、③車いすユーザーによる利用実績、④建物内の空間の広さ、座席などの情報の4項目を選定し、それぞれ一対比較を行う。さらに、スマートフォンアプリのGPS機能を用いた移動軌跡に関する質問、バリアフリーマップのサイトとスマートフォンのアプリの比較に関する質問を行い今後の情報の在り方について考察する。なお、一対比較は『シェフェの一対比較法（中屋の変法）¹⁾』を用い、各評点の計がマイナスに大きい程重要視していると評価する。

3-2 ヒアリング調査概要

2020年10月2日に、「NPO法人ユートピア若宮」のAさん、Bさんを対象にヒアリングを行った。

対象者の個人属性を表-2に示す。両者とも障害等級が同じ一級であるが、Aさんは電動車いすを利用しているのに対して、Bさんは簡易手動車いすを使っている。また障害の種類、介助者の有無が異なる。さらに、Aさんの移動手段は電車やバスなど公共交通機関がメインであるのに対して、Bさんは自家用車で自ら運転し移動している。

表-2 個人属性

基本属性	Aさん	Bさん
年代	60代	50代
車いすの種類	電動	簡易手動
障害の種類	リットル病	不明
障害等級	1種1級	1種1級
普段よく利用する移動手段	電車・バス	自家用車
移動時の介助者の有無	有り	無し
趣味・娯楽	映画鑑賞 街歩き	映画鑑賞 読書・旅行

3-3 情報の重要度

情報の重要度について、3-1で選定した4項目を一対比較した結果、Aさんは「多目的トイレの位置情報」を最も重要視しているのに対し、Bさんは「建物内の空間の広さ、座席などの情報」を最も重要視しているのが分かった。そしてAさんが最も重要視していた「多目的トイレの位置情報」がBさんには一番重要ではないと考えていることが分かった。

表-3 重要度ランキング

	Aさんの重要度ランキング	Bさんの重要度ランキング
1位	多目的トイレの位置情報	建物内の空間の広さ 座席などの情報
2位	スロープの位置やバリア など目的地までの経路情報	スロープの位置やバリア など目的地までの経路情報
3位	建物内の空間の広さ 座席などの情報	車いすユーザーによる 利用実績
4位	車いすユーザーによる 利用実績	多目的トイレの位置情報

3-4 バリアフリーマップのサイトとアプリの比較

『車いすでお出かけバリアフリーマップ³⁾』は、プラグインジャパンが運営している車椅子ユーザーのためのバリアフリーマップである。インターネットで閲覧でき、全国の観光地等のバリアフリー情報が文字や写真で紹介されている。一方、スマートフォンアプリの『WheelLog!²⁾』は、アプリユーザーがバリアフリー情報を登録・更新する事ができ、多目的トイレやエレベータの情報ははじめ、GPS機能を用いて移動軌跡をアプリ上に残す走行ログという機能もある。

2つのバリアフリー情報について両者にヒアリングした結果、『車いすでお出かけバリアフリーマップ』は写真情報があるため参考になりやすいといったメリットがある一方、掲載情報の更新に問題がある。一方、『WheelLog!』については、全国各地の細やかな情報が挙がることへの魅力はあるものの、外出時にスマートフォンをみることができない・誰が更新した情報かわからないといった問題がある。また、走行ログの機能について、Aさんは自分の移動軌跡をアプリ上に残すことに抵抗はないが、逆に誰の情報かわからないため安心して外出する事ができないという意見であり、Bさんは「残すことの目的を意識できないと抵抗がある」というものだった。

4. おわりに

本研究は、重度障害の2名の車いすユーザーを対象にヒアリング調査を行った。その結果、移動中に頻繁にスマートフォンを利用できないため事前の旅行計画が重要になり、写真での確認を望んでいる。また、不特定多数の情報より、車いすの種類や障害の程度など同じような境遇にある車いすユーザーの情報を求めている。

参考文献

- 1) 感性・官能評価システム J-SEMS：シェフェの一対比較法（中屋の変法），
<https://jsems.com/>（2020.12.22 閲覧）
- 2) Wheellog!：みんなで作るバリアフリーマップ，<https://www.wheelog.com/hp/>（2020.7.12 閲覧）
- 3) 車いすでお出かけバリアフリーマップ，<http://barrier-free-map.com/>（2020.9.21 閲覧）

名古屋市南区を対象とした高齢者が住みやすい地域評価

A17338 内木 滉太 指導教員 樋口 恵一

1. はじめに

超高齢化社会であるわが国では、2065年には高齢化率が38.4%¹⁾になると予想されており、福祉政策や都市政策において「健康寿命の延伸」・「住みなれた地域に長く住めるようなまちづくり（住みやすいまちづくり）」・「助け合いによる地域福祉(共助)」が行われている²⁾。

高齢者の住みやすい地域づくりにおいては、日常生活に欠かせない買い物施設や医療施設、高齢者の趣味・娯楽活動に利用される施設といったインフラ（ハード面）の充実度と、各地区で行われている活動などのソフト対策の両面を担保することが重要になる。しかし、ハード面とソフト活動を合わせて高齢者の住みよさを評価している研究は少ない。そこで本研究では、インフラの充実度と地域福祉活動の実態を調査し、高齢者の住みやすい地域づくりに向けた地域評価を行うことを目的とする。

2. 評価対象

表-1 評価指標

本研究の対象地域である名古屋市南区は高齢化率が29.7%（令和2年10月）である。南区の高齢化率は名古屋市の中で一番高くかつ、高齢化率が6年で1.6%増加していることから「市の中で一番高齢化の影響が大きい地域である³⁾。

そこで南区を対象に日常生活に欠かせない買い物施設や医療施設を「生活基盤施設」、高齢者の趣味・娯楽活動に利用される施設を「生きがい施設」として、表-1に示す施設の位置情報を収集した。

地域福祉活動に関わる「共助力」については、南区の社会福祉協議会から地域支え合い活動・ふれあいネットワーク活動の実績データを入手した。

	分類	施設名	施設数	出典
生活基盤施設	買い物施設	スーパーマーケット	22店	NAVITIME
		コンビニ	73店	NAVITIME
	医療施設	病院・診療所(内科)	55箇所	病院ナビ
生きがい施設	娯楽施設	運動施設	25店	名古屋市文化・スポーツ施設・goo地図
		カラオケ	15店	MapFan・GoogleMap
		公園	55箇所	国土数値情報 都市公園データ
		パチンコ・スロット店	12店	P-WORLD
		ゲームセンター	3店	NAVITIME
		雀荘	8店	麻雀王国
	集いの場	高齢者サロン	66箇所	南区高齢者向けサロンMAP
		喫茶店	122店	食べログ
共助力	地域支え合い活動	地域支え合い事業生活支援の実施内容	名古屋市南区社会福祉協議会	
		地域支え合い事業の実施状況（市認定事業・社協認定事業）		
		地域支え合い事業の利用者登録者数の一覧		
		生活支援活動利用者別人数		
	ふれあいネットワーク活動	ふれあいネットワーク活動の実績		
		ふれあいネットワークの事業実施状況		
		ご近所ボランティアコーディネーターの受付権数一覧		
		ボランティアカード所持者の中の実活動者数		
		ボランティアカードの配布実績（実人数）		

3. 評価方法

本研究では南区の小学校区を対象に、下記の手順で高齢者の住みやすさを評価する。

①インフラの充実度評価

- ・GIS上に生活基盤施設と生きがい施設をプロットし小学校区毎に集計する。
- ・分類ごとの施設数を学区面積で割った施設密度を算出する。
- ・施設密度値の偏差値を算出する。偏差値50を基準とした四象限マトリクスを作成し、南区内での相対的な位置関係を可視化する。

②共助力を踏まえた地域評価

- ・社会福祉協議会から入手したデータを基に、地域支え合い活動・ふれあいネットワーク活動を行っている6学区の活動実績を集計する。
- ・活動実績がある6学区を対象に、買い物施設の充実度を細分化して評価し、買い物支援が必要な地区を明らかにする。具体的には、スーパーマーケットから、高齢者が休憩を要せず移動できる徒歩圏である500mのバッファを作成し、250mメッシュと重ね合わせた位置関係から支援が必要なメッシュ（地区）を明らかにする。

4. インフラ充実度の評価結果

生活基盤施設の充実度結果を図-1、生きがい施設の充実度結果を図-2に示す。生活基盤施設（図-1）

は、買い物施設と医療施設のどちらも充実している学区は6学区（明治・桜・豊田・大磯・笠寺・宝）である。また、どちらも充実していない学区も6学区（呼続・伝馬・大生・宝南・星崎・柴田）ある。

生きがい施設（図-2）は、どちらも充実している学区が4学区（明治・道徳・笠寺・白水）、どちらも充実していない学区は6学区（菊住・桜・大磯・大生・宝南・柴田）である。

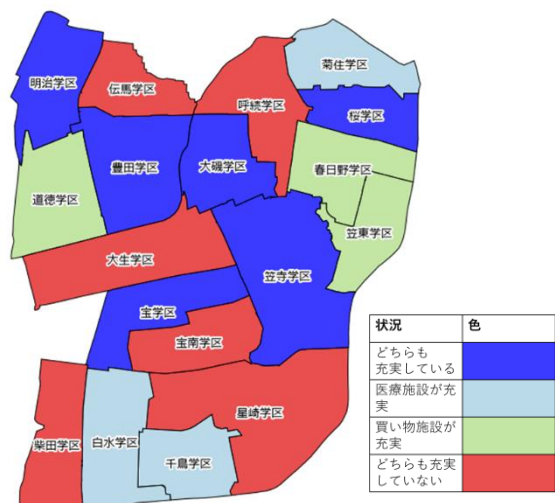


図-1 生活基盤施設の充実度

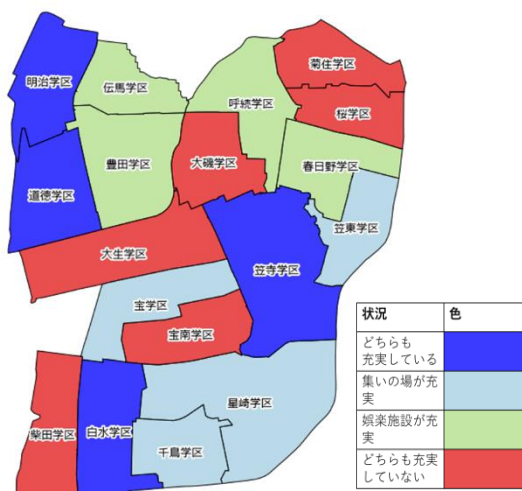


図-2 生きがい施設の充実度

5. 共助力を踏まえた地域評価

共助活動が行われている6学区（明治・道徳・伝馬・桜・大磯・白水）を対象に、250mメッシュを使用して買い物支援が必要な地区を明らかにする。6学区のメッシュ数とスーパーマーケットが500m以内に存在するメッシュ数およびその割合を算出した結果を表-2に示す。この結果から、伝馬学区は全てのメッシュで500m以内にスーパーがある事が分かる。一方、桜学区では500m以内にスーパーがある250mメッシュの割合が53%と一番評価の低い結果になった。特に学区の東側はスーパーがないため、このような地区を対象に買い物支援の充実を図っていく必要がある。また、前章の評価では、施設充実度が高い学区である明治・桜・大磯学区の中においても、細分化して評価することで買い物支援が必要なメッシュが存在する。このようなメッシュでは共助活動による支援を重点的に行う必要がある。

表-2 対象学区別スーパーマーケットの充足割合

共助が行われている学区	実績数	学区にあるメッシュ数	スーパー	
			500m以内あり	割合
明治	3225	21	18	86%
道徳	2651	24	22	92%
伝馬	1184	20	20	100%
白水	823	30	25	83%
桜	464	17	9	53%
大磯	423	22	18	82%

5. まとめ

本研究では、インフラの充実度と地域福祉活動（共助）の実態を評価するために名古屋市南区の小学校校区を対象に地域評価を行った。インフラ充実度の評価では、インフラの整備状況について南区内の相対的な位置づけを明らかにすることが出来た。また、共助力を踏まえた地域評価では、250mという細分化したメッシュを対象とすることにより、生活基盤施設（インフラ）が充実している地域においてもスポット的な課題を明示することができ、共助での支援の優先性を明らかにすることができた。

参考文献

- 1) 内閣府：令和元年版高齢社会白書（全体版）（PDF版），<https://www8.cao.go.jp>，（2020/6/23 閲覧）
- 2) まち・ひと・しごと創生本部：「涯活躍のまち」構想中間報告 参考資料＜次＞，<https://www.kantei.go.jp>，2020/6/24 閲覧
- 3) 名古屋市役所：毎月1日現在の世帯数と人口（全市・区別），<https://www.city.nagoya.jp>，（2020/10/20 閲覧）
- 4) 南区社会福祉協議会：令和元年度地域福祉推進協議会活動内容，令和元年度地域支え合い事業資料

柴田小学校区における住民の避難想定と共助体制の評価

A17352 間瀬 雄紀

指導教員 樋口 恵一

1. はじめに

本研究の対象地域である柴田小学校区（以下、柴田学区とする）は、東海地震で震度 6 弱、最大津波 2～5m、到達時間 104 分が懸念されている。津波死者ゼロを目指すためには、身近な施設への鉛直避難が不可欠であり、迅速に避難することが求められる。しかし、これからの避難の仕方は、世界中で感染が拡大している新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から慎重に対応すべき要素が多い。

また、大規模災害時には自助、共助による対策が特に有効となる¹⁾。柴田学区には一人での避難が困難である災害時要援護者（以下、要援護者とする）が 141 名登録されており、地震や津波などが起きた際に複数人での手助けが望まれる。要援護者をサポートするには時間帯別で誰がどの家の要援護者を手助けに行くかまで決めておく必要があり、支援者が活動できない時間には地域の学生や会員の協力も重要になる。

そこで本研究は、柴田学区の安全な避難を実現するため、アンケート調査を行い地域住民の防災意識や新型コロナウイルスの影響下における避難先の想定、共助体制の評価を行う。

2. アンケート調査の概要

対象地域（図-1）の自主防災会と 3 回ほど調整を重ねて、アンケート調査を実施した。調査の対象は、地域性を考慮して滝春北部・白水西部・元柴田東部に住む町内会加入世帯とした。アンケート調査票は、基本属性・災害に対する備え・避難先の想定・地域との関わり・共助意思など、19 の質問項目を作成した。アンケートの回答期間を約 2 週間とし、町内会協力のもと滝春北部に 70 部、白水西部に 90 部、元柴田東部に 108 部の合計 268 部アンケートを配布した。回収数は、滝春北部が 51 部、白水西部が 78 部、元柴田東部が 94 部の合計 223 部で、3 町会全体の回収率は 83%であった。

3. アンケート結果の分析

3-1 災害への備え

防災グッズとして、飲料水・食料・衣類/下着・懐中電灯・ラジオ・防災ヘルメット・軍手・雨具・携帯充電器・ブランケット・救急用品・携帯用トイレ・現金等の貴重品の 13 項目の備蓄状況を調査した。

最も備蓄されていた防災グッズは懐中電灯であり、「備蓄している」と回答した世帯が約 86%である。続いて、軍手・飲料水を備蓄している世帯が多い。これに対して、最も備蓄されていなかった防災グッズは防災ヘルメットである。約 21%の世帯しか備蓄しておらず、防災グッズのなかでは優先順位が低いと考えている人が多いことがわかる。飲料水や食料、衣類は 2～3 日分備蓄していると回答した世帯が最も多いが、一方で約 30%の世帯では備蓄がされていないという課題もある。

また、感染症対策グッズの備蓄状況については、マスク・手指消毒用アルコール・ウェットティッシュ・ハンドソープ・うがい薬のなかで、ウェットティッシュを備蓄している世帯が最も多く、うがい薬を除く他の感染症対策グッズにおいても、半数以上の世帯が備蓄している結果となった。うがい薬は約 30%の世帯しか備蓄されていなかった。

3-2 新型コロナウイルス影響下での低層居住者の避難先

柴田学区は、はじめに述べたように津波浸水の危険があり、鉛直避難が不可欠である。しかし、近頃の新型コロナウイルス感染拡大により、住民が避難を躊躇してしまう可能性がある。そこで、津波に対して鉛直避難が必要な 2 階建てまでの一戸建てと共同住宅に住む 131 世帯のなかで、津波を伴う震度 6 弱～7 の地震発生時、新型コロナウイルスの影響が小さい（以前の生活と変わらない）状況と、



図-1 柴田小学校区

感染が拡大している状況で避難先が変わるのかを分析した。その結果、感染が拡大している状況では、滝春北部で42%、白水西部で80%、元柴田東部で32%の世帯が自宅待機を考えていることが分かった（図-2）。地区防災カルテ²⁾によると、津波浸水の危険性は、滝春北部から白水西部、元柴田東部と南下するに従って高くなる。特に津波浸水の被害が大きい元柴田東部の住民は、感染症対策をし、津波避難ビルへ避難すべきである。また、別の避難先に避難すると回答したのは元柴田東部の2世帯で、具体的な避難先は「柴田水処理センター」「わからない」との回答だった。

3-3 共助意思についての分析

災害時には一人でも多くの共助活動を支えるサポーターが必要である。複数回答型の質問項目でサポーターとしての活動可能性を調査した結果、18歳以上の回答者とその家族414人の内、サポーターとして活動できると回答した人が202人、活動は難しいと回答した人が181人、無回答が31人であった。無回答を除いた383人の年代別の共助意思の結果は、10代から60代までは活動できると回答した人が半数以上で、活動が難しい人については、50代、60代と徐々に増えていき、70代を超えると大幅に増えている（図-3）。また、具体的なサポート内容は、3町会いずれも「要援護者の救助・避難同行」「津波避難ビルで要援護者を高所階に上げる支援」「避難所でけが人などの救助・救護」「避難所の運営・管理」「その他」の順に多い結果となった。

図-2 低層居住者の避難先(n=131)

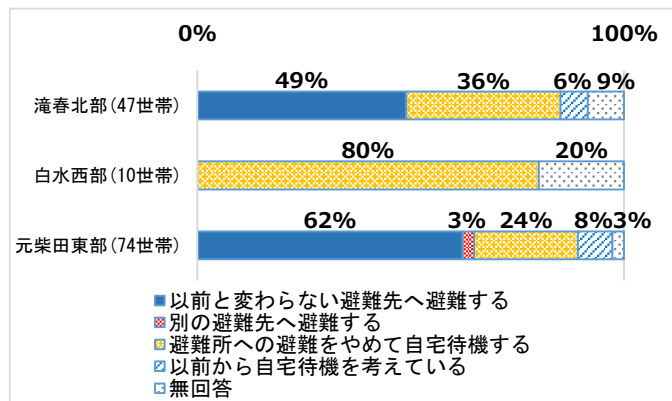


図-2 低層居住者の避難先(n=131)

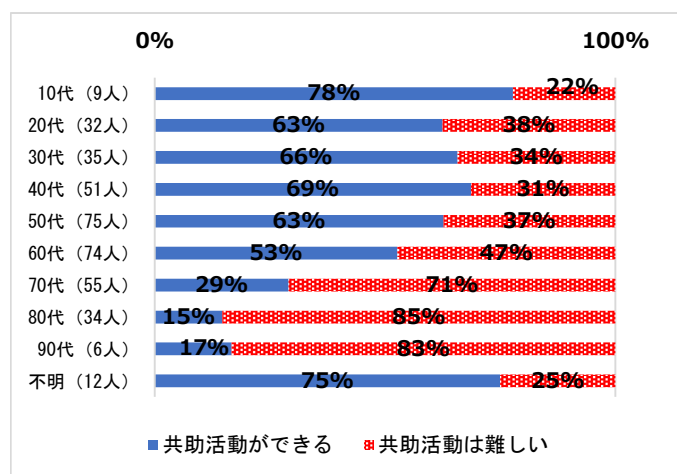


図-3 年代別のサポーターとしての活動可能性(n=383)

4. おわりに

本研究は、柴田学区の住民を対象にアンケート調査を行い、コロナ禍における避難や共助避難体制について評価を行った。調査結果から、津波を伴う地震発生時でも、多くの世帯が自宅待機を考えていることが分かった。コロナ禍でも、特に津波浸水の被害が大きい元柴田東部の住民は津波避難ビルへ避難すべきである。また、柴田学区の住民は共助活動に対して積極的な参画意向を把握することができた。サポーターとして活動できる人を詳細に発掘し、共助活動に繋げることが、今後の地域の防災力向上の鍵になると考える。

参考文献

- 1) 内閣府：平成30年版 防災白書，
http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h30/honbun/1b_1s_01_01.html（2020.5.5 閲覧）
- 2) 名古屋市：柴田学区地区防災カルテ，
<http://www.city.nagoya.jp/bosaikikikanri/cmsfiles/contents/0000110/110695/1218shibata.pdf>（2020.12.10 閲覧）

1. はじめに

物流という面において、生産性を高める効率的な配送手段として共同配送という手法が挙げられる。共同配送とは、複数の荷主の荷物を1台の車両に集約して配送する手法のことである。現在、共同配送の方法は大きく分けて2つの手法に分類される。1つ目は、複数の企業が集荷センターへ貨物を集め、センターから1つのトラックに纏める「センター集約型共同配送」である。2つ目は複数の企業と卸先を1台のトラックで周回する「企業・卸先周回型共同配送（ラウンド輸送）」であり、それぞれに複数の事例が存在する。国土交通省は事例集を発行するなど共同配送の推進を行っているが¹⁾、現在の共同配送はグループ企業間で実施している事例が多く、実際に他業種・他企業が共同配送を行うには課題も多い。

では、都市として様々な運用者（県・市・工業団地・協会等）が共同配送を実施していくにはどのようなプロセスを踏めばよいのであろうか。そこで本研究では、共同配送検討プロセスを考案し、産業が盛んな愛知県を対象に実証を試みることを目的とした。

2. 共同配送の事例

センター集約型共同配送は、同業他社同士で街中に共同配送を行う場合に用いられるケースが多い。

「Fujisawa SST 内における共同輸配送」という事例では、ヤマト運輸が参画事業者と共同し、通信販売で購入した近隣商業施設の商品を、住宅地内の物流拠点に集約し、ヤマト運輸が各世帯へ一括配送した。結果、住宅地内を走行するトラック台数が減少し、CO₂の削減や安心な住環境を提供した。

また企業・卸先周回型共同配送（ラウンド輸送）は、企業間との配送で用いられるケースが多い。「日本製紙株式会社・株式会社河北新報社のラウンド輸送」という事例では、日本製紙岩沼工場で製造している新聞用紙の内小型サイズの巻取紙を、河北新報輸送が保有する3tトラックで約30km離れた仙台市泉区の河北新報印刷センターに運送した。結果、ラウンド輸送に使用する車両の実車率が53%から91%に向上したほか、安定供給体制の強化やエコ輸送が実現した。

3. 共同配送の検討手法

様々な運用者が初めて共同配送を実施する場合の、共同配送の検討プロセス（図-1）を考察した。以下に各項目の説明を記す。

準備段階として、①で企業群を選定し、業種・製品類を精査する。②では企業の立地確認を行い、対象企業の選定や不自由なく配送できる道路状況かの確認を行う。続いて企業から情報を収集する段階として、③では各企業に調査依頼を行い、出荷先情報を収集する。最後に④としてアンケート等を用いて各企業の実態・共同配送への意向について調査する。

4. 愛知県での実証

4-1. ①品目精査・②出発地点情報の収集

本研究では、愛知県が県内優良企業に対してブランド認定を行う愛知ブランドを対象に進める²⁾。前年度の愛知ブランドを対象とした共同配送の研究結果³⁾では、化学・石油製品が最も共同配送に適していることが判明した。さらに対象を絞りこむため化学・石油製品を扱う愛知ブランド企業から、業種分け・製品分類を行った

（図-2）。業種分けについては、愛知ブランドの化学・石油製品を扱う企業47社から、業種ごとに「精密器具」「自動車部品」「医療系統」「美容品系統」「油脂系統」「危険物系統」「材料・その他製品類」の7つに分類した。

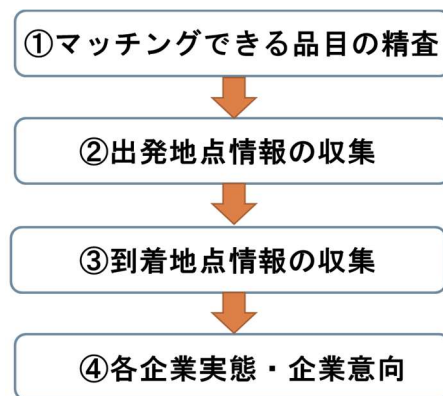


図-1 共同配送の検討プロセス

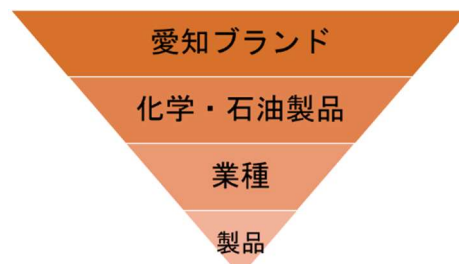


図-2 愛知ブランドへの調査手順

業種分け終了後、業種ごとに企業の住所データから立地状況を可視化し、グリッド分析を用いて密集度を確認した。GIS でのポイントデータ・密集度の調査により、どの業種よりも「材料・その他製品類」を扱う企業が密集している箇所があることが判明し（図-3）、それらに立地している6社を対象企業とした（表-1）。

対象企業を選定後、各企業の立地状況・不自由なく配送できる道路状況かを Google Maps を用いて確認した。また製品分類については、対象企業の HP を参考に取り扱う製品を系統ごとに分類し、配送されると思われる業種を想定した。結果、配送されると思われる業種を「食品系製品」「医療系製品」「機械系製品」「自動車系製品」「建築系製品」「生活系製品」の6種に分類した。

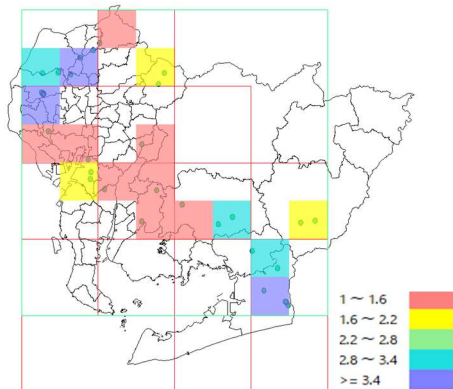


図-3 材料・その他製品系統の企業データ

表-1 対象企業業種及び企業名

メッシュ	業種	企業名
1	産業用ゴム	名北ゴム株式会社
1	包装材	中京化学株式会社
1	カーボンファイバー	小高精密株式会社
1	押出成型品	株式会社アイワ
5	防音材	イイダ産業株式会社
5	各種容器	ウイストン株式会社

4-2. ③到着地点情報の収集・④各企業実態調査

到着地点情報の収集に関して、共同配送が可能な条件として、i) 出発地点・配送先が同一方向でそれぞれ近接しており、ii) 積載率に余裕がある、iii) 納入時間に細かな指定が無い、という3つの前提条件を設けた。国土交通省は企業の実態や物流に関する意向、企業へアンケートを物資流動調査⁴⁾にて収集しているため、利用できるか確認した。しかし、大企業のみアンケート調査を行い、調査企業が無作為に選出されていること、製品概要を問う設問が無い、新規にアンケート等で情報収集を行う必要がある。

本研究では、対象企業1社ごとに出向いてアンケート・ヒアリング調査を行うこととした。ヒアリング調査については、対象企業の実情や運送の仕組み、本案についてのご意見を頂けるよう、質問表を作成した。補足として、製品出荷地の住所情報・出荷量・輸送手段・経費などの具体的な詳細を記入するためのアンケート調査票を作成した。

アンケート完成後、各社に協力を依頼したが、「兼務しており多忙のため、対応できる時間が無い」・「物流担当がい無い。また企業秘密の為、出荷先の情報を提供できない」という回答であり、詳細な調査が不可能であった。

5. まとめ

本研究では、運用者がはじめて共同配送を利用する際のプロセスを検討した。

検討した共同配送プロセスでの③・④が調査できなかった点において、今後の運用としては愛知ブランドを認定している愛知県が主体となってブランド企業内の共同配送を推進する、工業地域や企業が密接している地域において共同配送が可能な企業限定で検討会を実施する、運送会社側が荷主側へアプローチするといった運用方法（改善策）が挙げられる。

参考文献

- 1) 国土交通省：物流の効率化に向けた取り組み，
<https://www.mlit.go.jp/common/001180308.pdf>（2020/12/10 閲覧）
- 2) 愛知ブランド：愛知ブランド企業紹介，<https://www.aichi-brand.jp/>（2020/6/23 閲覧）
- 3) 松下将隆：愛知県におけるトラック輸送の共同配送の可能性評価，（2020/10/29 閲覧）
- 4) 都市交通調査 都市計画調査：物資流動調査，<https://www.mlit.go.jp/crd/tosiko/supplies/index.html>
（2020/11/24 閲覧）

1. はじめに

現在の道路環境では交通事故を未然に防ぐことが必要不可欠である。しかし、交通事故対策は幹線道路における事故多発地点に重点が置かれ、生活道路における予防対策が疎かになっている¹⁾。生活道路の問題を解決するため、わが国は生活道路のゾーン対策マニュアルに沿ってソフト的手法（交通規制等）とハード的手法（物理的デバイス）の組み合わせによる、面的かつ総合的な交通対策すなわちゾーン対策³⁾を実施している。しかしながら、地区の課題を具体的にするための交通事故データの等の収集など、対策する前段階での調査や対象とする生活道路の数が多いため、危険度の評価に時間が掛かってしまう。

近年、画像解析での評価技術が進歩しており、この技術を応用すれば、市民が自宅周辺の生活道路の危険箇所を写真に撮るだけで事故発生確率などを提示することが可能になると考えた。

そこで本研究では、交通事故が起きたことのある交差点の写真画像から、事故が起きる可能性のある交差点を判別することができる画像解析学習モデルを機械学習で作成するため、生活道路空間の構成要素の抽出、事故発生空間の識別方法を検討する。

2. 分析の概要

本研究では、平成23年～28年の間に愛知県内で発生した65歳以上の高齢ドライバーが第一当事者である交通事故のデータ（280,768件、うち死亡事故1,377件）のうち、道路幅員が3m～5.5m未満の道路で構成される交差点で、交差点周辺の土地利用が国土利用計画法に基づく都市地域に区分されている交差点を対象交差点とする。なお、事故未発生交差点は、死亡事故件数が多い6市区町村を対象として、交通事故が起きていない交差点をランダムに選定している。交差点の画像は、統一的かつ容易に入手できるGoogleMapストリートビューを使用し、収集の際の統一ルールとして、交差点内から5～10mでドライバー目線になる画角に設定し、対象交差点全方向からの画像を事故発生交差点と事故未発生交差点の画像各1000枚収集している。

機械学習による事故空間識別フローを図-1に示す。事故発生空間を識別するには、まず写真画像の要素（空、道路、擁壁など）を、セグメンテーション技術を使用して抽出する必要がある。要素抽出を自動化させるためには教師データを学習させ、事故発生空間の要素を抽出する画像解析モデルを作成する。最後に、抽出された要素から事故発生空間の識別を行う。

本研究では、アノテーションツールとして「labelme」を使用し、AzureMLにより機械学習を行う⁴⁾。

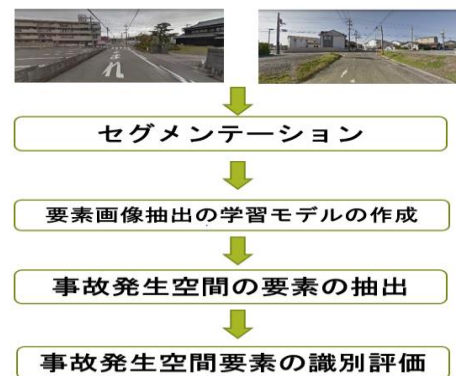


図-1 機械学習による事故空間識別フロー図

3. 要素画像抽出の学習モデルの作成

事故発生交差点と事故未発生交差点の画像から要素の抽出を行うための画像解析モデルを作成する。教師データは、labelmeを使用して交差点画像から（図-2）、画像内の要素にラベル付け（図-3）し、要素のみを抽出した画像（図-4）を作成した。図-4の画像を複数枚使用して画像解析モデルの作成を試みたが失敗した。失敗した要因としては、定義した要素の種類が多くプログラムが上手く作動しなかったことが原因である。



図-2 元画像



図-3 要素のラベル画像

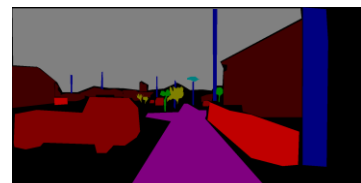


図-4 要素のみ抽出された画像

4. 教師データの作成（AzureML 用）

前章で行った画像解析モデルの作成では、1 度に複数の要素を扱おうとしたため上手く画像解析を行うことができなかった。そこで、対象とする要素を絞り、事故空間識別に向けた機械学習を行う。

AzureML を用いた画像解析を行うため、あらかじめ画像サイズを 200 ピクセル四方にリサイズした交差点画像から labelme を用いて、空（例：図-5）・路側線・構造物・停止線の 5 つの要素を抽出した画像（教師データ）を事故発生交差点、事故未発生交差点それぞれ 100 枚ずつ、要素毎に作成した。



図-5 空の要素のみ抽出した画像

5. 画像解析の判別結果

右表は事故あり・事故なし交差点において、それぞれの要素 200 枚ずつを使った機械学習により推測された判別結果である。

空の分析精度は約 73.0%（表-1）、路側線は約 70.0%（表-2）、構造物は約 55.4%（表-3）、停止線は約 58.0%（表-4）である。構造物・停止線と比べると、空・路側線の分析精度は高くなっていることがわかる。

このような結果になった要因としては、構造物・停止線は、写真画像内の要素数や形がバラバラで複雑であるのに対して、空や路側線は要素の数と形が明快であり機械が判別しやすかったのではないかと考える。また、既往研究では車道を対象として 20 枚の教師データで分析したところ、分析精度が約 73%となった。少ない教師データであるが高精度の結果が得られていることから要素の形が明快なものほど良い結果になると言える。

これらの結果から、交通事故発生要因を特定する機械学習には、空・路側線・道路といった写真画像内の要素の数と形がハッキリしている要素が適していることが分かる。

6. おわりに

本研究は、生活道路における交通事故予防対策の検討を支援するため、事故発生要因を抽出するための画像解析モデルの作成を試みた。機械学習を行う際、生活道路空間を構成する要素を複数扱うことは難しいが、空・路側線・車道など、識別しやすい要素は機械学習での識別に適していることが分かった。今後は、交通事故への影響度合い加味した画像解析モデルの作成に繋げていく必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省：生活道路対策エリアの取組, <https://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/sesaku/pdf/all.pdf>, (2020 - 6 - 17 閲覧)
- 2) 内閣府：令和元年版高齢社会白書（概要版）, https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/html/gaiyou/sl_1.html, (2020 - 6 - 25 閲覧)
- 3) 一般社団法人 交通工学研究会：生活道路のゾーン対策マニュアル, <http://www.jste.or.jp/Books/book137.pdf>, (2020 - 6 - 17 閲覧)
- 4) AI 研究所：AI 入門セミナー, pp. 28, 61-65, (2020-11-25 閲覧)

表-1 空画像の解析結果

		推測結果		分析精度
		事故あり	事故なし	
実際の画像	事故あり	90.0%	9.1%	73.0%
	事故なし	50.0%	50.0%	

表-2 路側線画像の解析結果

		推測結果		分析精度
		事故あり	事故なし	
実際の画像	事故あり	88.9%	11.1%	70.0%
	事故なし	61.9%	38.1%	

表-3 構造物画像の解析結果

		推測結果		分析精度
		事故あり	事故なし	
実際の画像	事故あり	50.0%	50.0%	55.4%
	事故なし	35.9%	61.5%	

表-4 停止線画像の解析結果

		推測結果		分析精度
		事故あり	事故なし	
実際の画像	事故あり	52.4%	47.6%	58.0%
	事故なし	36.8%	63.2%	

地下埋設物を有する建物直下の油汚染地盤の浄化

A16321 亀山 凌汰 A16330 清水 康裕 A17304 安藤 翔 指導教員 棚橋 秀行

1. はじめに

近年多くの工場では、老朽化などを原因とする機械油の漏洩、流出による土壌の汚染が大きな問題となっている。機械油の浄化方法は現時点では工期や効果の目途が立ちやすい工場周辺の土壌を掘削して土を入れ替える方法が多く用いられている。この方法は完全浄化を求める周辺住民には受け入れやすいものの除去・搬入土量が膨大になるうえ、一番の問題として稼働中の工場では実施できないという点がある。これに対し、棚橋研究室では界面活性剤を用いた機械油汚染地盤の非掘削浄化の研究を行ってきた。この際の問題の一つが、図-1のように工場地下に存在する埋設物に起因する浄化の阻害である。

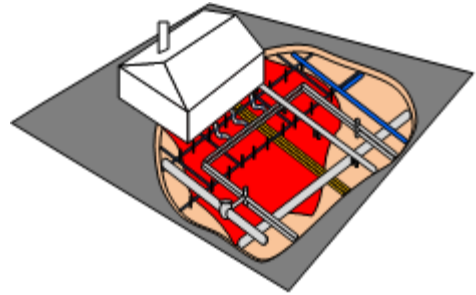


図-1 工場直下の埋設物



写真-1 CMCの購入時の
粉末状態

この問題に対し、我々チーム1は2018年から行われている間隙内二液反応発泡法の性能向上をさせることに取り組んだ。本概要は、この性能向上として①泡の持続性に着目した「CMC添加間隙内二液反応発泡法によるカラム浄化実験」と②空気流に着目した「CMCと空気流を併用したカラム浄化実験」、およびここまでの成果を基に行った③「縦型二次元土槽を用いた浄化実験」の主に3つについてまとめたものである。

2. CMC添加間隙内二液反応発泡法による浄化

2.1 装置説明

昨年（2019年）までに、縦型二次元土槽を用いて、界面活性剤のみを用いた場合と間隙内二液反応発泡法を用いた場合の比較浄化実験が行われた。その結果、確かに、界面活性剤のみを用いた方法より浄化範囲が拡大したものの、間隙内二液反応発泡法においてもまだ埋設物周辺に浄化しきれない残留汚染領域があった。間隙内二液反応発泡法で生じた気泡では持続性がもう一つ不足しており、泡がはじけて連続した気体になりこれが真空吸引されて流下してしまうことで、構造が複雑な埋設物近傍で油と界面活性剤を気泡でミキシングする、という初期の浄化メカニズムが完全には実現されていないのではないか、と思われた。

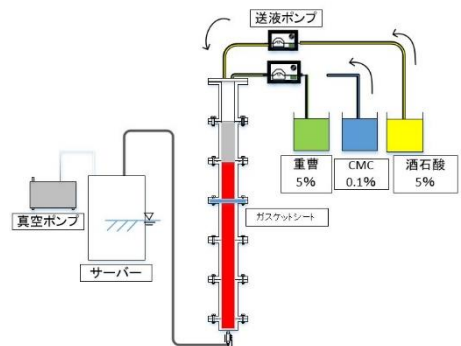


図-2 カラム試験装置図
(実験 EX200616)

そこで、今年度は泡の持続性を高めるために、シャボン玉液や火災用泡消火剤、地盤掘削安定液などに用いられているCMC(カルボキシメチルセルロース：写真-1)を界面活性剤に添加することにした。CMCは上記の増粘剤としての性能に加えて、グミやガムなどの粘りがある食べ物や粉末状のお茶などにも含まれており、土壌に浸透させても害がないことが選定の理由の一つとして挙げられる。CMCの配合割合や送液パターンについて多くの実験を行うため、今年はいきなり縦型二次元土槽を用いるのではなくカラム試験装置にて実験を行っていくことにした。使用するカラムについては、図-2の装置図のようにカラム内の土壌に直接送液用のチューブを差し込み圧入する。

実験に用いる液剤の種類によって差し込むチューブの数は変更する。重曹と酒石酸が反応して二酸化炭素が発生するのがこの間隙内二液反応発泡法の原理なので、重曹添加界面活性剤と同じチューブからは酒石酸添加界面活性剤は送液しない。埋設物は、加工が容易で耐油、耐酸、耐アルカリ等に優れるガスケットシートをカラムの断面の形に加工して使い、さらにガスケットシートの土壌に直接触れる部分には養生テープを

貼り、その上からサランラップを敷きカラムと一緒にボルトで共締めして固定した。これにより、写真-2のようにカラム断面を半月状に塞ぎ、埋設物としての役割を果たすようにした。

2.2 CMC 添加間隙内二液反応発泡法を用いた浄化実験

写真-3 は(EX200603)にて撮影した、単一界面活性剤にて浄化しきれなかった油汚染の残留である。この写真から、ガスケットシートが汚染油を浸透させず埋設物としての役割をしっかりと果たしていることが確認できる。このような、埋設物の陰に隠れた汚染を取り切れるような液剤の配合を見つけることを目標とし、CMC 添加に関する浄化実験を計 11 回行った。(EX200603)では単一界面活性剤による浄化を行った。



写真-2 ガスケットシート



写真-3 油汚染の残留

(EX200616) では間隙内二液反応発泡法を行い、CMC を添加せずに浄化をする実験との比較基準を得るための実験を行った。次に間隙内二液反応発泡法に CMC を添加した浄化を (EX200622) にて行った。(EX200616) と同様の実験装置を用いて行った。この実験では浄化途中でチューブが詰まり、送液不良が起き実験が失敗となった。原因として CMC が送液途中に詰まってしまったことが挙げられた。(EX200625)では CMC を添加した液剤の送液不良を無くすため CMC の濃度のみ 0.3% から 0.1% に下げ実験を行ったがこちらも送液不良が起き実験が失敗に終わった。(EX200825)では重曹と酒石酸の両方に入れていた CMC を酒石酸のみに変更し CMC の圧入量を減らした送液パターンを (EX200826) にて試した結果実験が成功した。(EX200901)ではより少ない PV での浄化が完了した。これ以降の実験からバルブを半開放にする浄化法に切り替えた。(EX200907)、(EX200910)、(EX200917)は CMC 被膜をして浄化をしているが、CMC を添加せずバルブによる真空圧の調整と間隙内二液反応発泡法のみによる浄化を埋設物 1 枚にて行った。これらの実験はすべて(重曹 : 5%、ペレソフト 205 : 3%)の液体を 1PV 送液し、その後に(酒石酸 5%、ペレソフト 205 : 3%)の液体を 1PV 送液する。これを汚染領域が完全に浄化されるまで繰り返し行い、汚染領域の浄化を終えるために要する PV の計測を行った。(EX200907)、(EX200910)ではともに正確な値が取れなかったが、(EX200917)では約 5PV にて浄化を完了することが出来た。(EX200922)では汚染油の動きが悪くなってしまい完全浄化に至らなかった。そのため、(EX200928)にて重曹を多めに送液しより中性に近づける浄化を試みたが、チューブ内に発泡の気体が逆流し砂とともに詰り、送液不良が起き失敗となった。

2.3 散布式送液法による浄化実験 (EX200929)

今回の(EX200929)ではカラム上端の CMC 被覆を取り除き、チューブを土壤内に送液せず空中から散布する方式に変更し実験を行った。写真-4 は実験開始時の写真であり、土壤にチューブが刺さっていないことが確認できる。写真-5 は実験開始後 2 時間が経過した写真であり、0.9PV 流した状態である。過去の実験と似ており重曹のみを流しているが初期状態からかなりの変化が確認できる。写真-6 は 4 時間後の写真である。これは CMC 添加界面活性剤を 0.2PV 流し終えた状態であるが発泡が起こる前に重曹のみで浄化がほぼ進んでいることがわかる。写真-7 は実験終了時の写真である。約 6 時間にて完全浄化が完了した。図-3 はその結果であり送液量ともに過去の実験と比較し良好な結果となった。カラムを用いた発泡の実験としては酒石酸に到達する前に実験がほぼ終わっていたため、発泡以外の要因が働いて浄化が進んでい



写真-4
初期状態



写真-5
2 時間後



写真-6
4 時間後



写真-7
6 時間後

るのではないかと考え、ここでは空気流が大きく働いたと結論付けた。空気流に加えて、これまでの真空圧がカラム上部の常時開放によって下がり、泡が吸引されすぎず、埋設物周辺にてしっかりと汚れを取るよう無駄なく乳化が進んだと考えることが出来る。このように、CMCを添加したことによる浄化効率の向上よりも CMC の地表面の被覆を除去したことによる空気流の発生に起因する性能向上の可能性が高いため、以降の実験は空気流をメインに用いる実験に移行することにした。

3. 空気流を用いた浄化

3.1 空気流のメリットについて

CMC を添加した浄化を行う上で、写真-8 のような従来の送液方法では発泡による送液不良が起きやすいことや、CMC 被覆による真空圧のかかりすぎなどの問題を克服するために今後チーム 1 では土壌の中を流れる空気流に着目し浄化を行うこととなった。これにより、CMC 被覆が必要なくなるとともに、写真-9 のようにチューブが土壌に直接刺さらないため、砂が発泡の内圧でチューブに逆流することがなく、実験の成功率を向上させることが出来る。また実際に現場で浄化を行うことを想定した際、広範囲の CMC 被覆が必要なくなるためより、再現性の高い浄化実験が可能になる。空気流が土壌内を流れることによって直接浄化効率の向上に関わる部分として、空気流によって液剤の流れが従来の方法と大きく変わることが挙げられる。図-4 の黄色の線のようにカラム内を真空にせず、空気の流れを作ることによって空気が流れやすいところには多くの空気が実線の矢印のように流れ、液剤は空気の流れから脱線する形で破線の矢印のように埋設物周辺に押し流される。これによって従来では CMC 等を使い押し広げていた浄化範囲を空気流によって広げる考えである

3.2 空気流を用いたカラム浄化実験

今年度はこの空気流に関する実験を計 4 回行った。(EX201005)、(EX201015)、(EX201111)では図 - 4 のように埋設物を 4 枚に増やした浄化実験を行った。(EX201005)では(ペレソフト 205 : 3%)を浄化完了まで流し、(EX201015)では(重曹 : 5%+ペレソフト 205 : 3%)、(酒石酸 : 5%+ペレソフト 205 : 3%)を重曹 1.2PV→酒石酸 0.8PV の順番で浄化完了まで送液する。(EX201111)では(重曹 : 5%+ペレソフト 205 : 3%)、(酒石酸 : 5%+ペレソフト 205 : 3%)、(CMC0.1%+ペレソフト 205 : 3%)を重曹・1.5PV→CMC・0.2PV→酒石酸・1.0PV→CMC・0.2PV の順番で浄化完了まで送液する。また流速は全て 5 ml/min である。(EX201005)、(EX201015)では実験終了時に埋設物下部に汚染残りが確認された。埋設物を 4 枚にした結果、浄化難易度が上がった結果だと考えることが出来る。(EX201111)では他の二つの実験と比較し、早い段階で汚染残りがなく浄化されていた。これは CMC による浄化範囲の拡大によるものであると考えられる。またこの実験にて図-4 のような予想した挙動を写真-10 のように目視にて確認することが出来た。

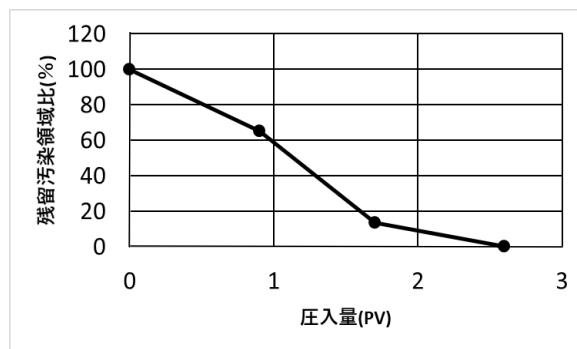


図-3 EX200929 汚染領域の推移 (PV)



写真-8

従来の送液方法



写真-9

空気流での送液方法

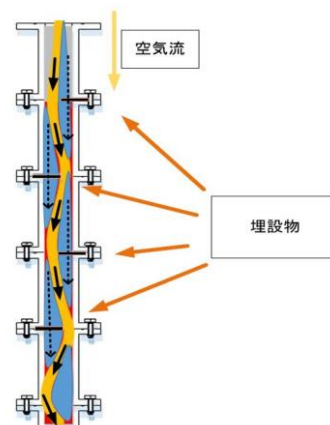


図-4

カラムでの空気流挙動予想



写真-10

空気流での浄化の動き

3.3 空気流を用いた縦型二次元土槽での浄化実験 (EX201119)

前節の(EX201111)に用いられた液剤を使用し (EX201119)では縦型二次元土槽を用いて、今までカラムで使用してきた液剤が広い範囲でどのように広がるかを確認するため浄化実験を行った。液剤の配合は(EX201111)から変えず、送液パターンは重曹・0.3PV→CMC・0.05PV→酒石酸・0.2PV→CMC・0.05PVにて送液をする。また CMC 被覆を縦型二次元土槽でも取り払い、どのように空気流とともに液剤が動くのかを見る。写真-11 は初期状態の写真である。(EX191104)と同じ条件にて土槽を組み立てている。写真-12 は 41 時間後の写真である。この状態では昨年の実験とはあまり大きな差は出なかった。写真-13 は 90 時間後の写真でありこの時点で 15 ml/min の送液を終了した。流速を上げることによって発泡が機能せず浄化範囲が広がらない懸念があったが、15 ml/min では(EX191104)より広い範囲での浄化となった。しかし、図-5 のように昨年と比較し時間的に速い浄化には成功したが、図-6 のように PV の量は(EX191104)より多い結果となった。このことから、流速を多少上げたことによる間隙内二液反応発泡の効率低下はあまりないことが分かったが、今回の目標である縦型二次元土槽で用いる液剤の浄化効率の向上とは言えない結果となった。写真-14 は実験終了時の写真である。40 ml/min では写真左側の埋設物上部まで液剤が溜まってしまい、写真-14 左側から液剤の浸透が始まってしまい正確な浄化範囲の計測が困難になったため、実験を終了した。液剤が溜まってしまった原因として、CMC を添加したことによる液剤の粘度が高く土壤に浸透し辛かったことが挙げられる。そのため今後の展開として、空気流を用いる場合は粘性を高めるのではなく、環境 8 号などの起泡性の高い添加物を配合し、よりサラサラとしつつ土壤内で泡立つ液剤の開発が必要だと考えられる。

4. まとめ

今年度はカラムでの実験を主に、泡の持続性に着目し浄化効率を向上させる研究を行ってきた。また、年度の途中から空気流にも着目し、浄化範囲を向上させる実験を行ってきた。今後は基本的な単一界面活性剤などの基本的な実験を行い、空気流がどれくらい働いているかを観察した上で、液剤の粘度などに加えて起泡性などに着目し、今後の実験に生かしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 令和元年度卒業論文 吉村・石井：地下埋設物を有する建物直下の油汚染地盤の浄化
- 2) 平成 30 年度卒業論文 古田・清水・宮坂：間隙内二液反応発泡を用いた油汚染地盤の非掘削浄化

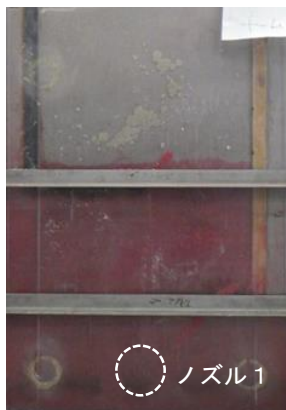


写真-11
初期状態



写真-12
41 時間後



写真-13
90 時間後



写真-14
105 時間後（実験終了時）

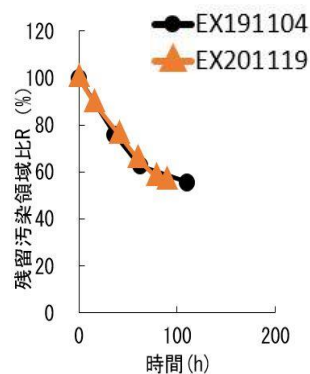


図-5 EX201119
汚染領域の推移（時間）

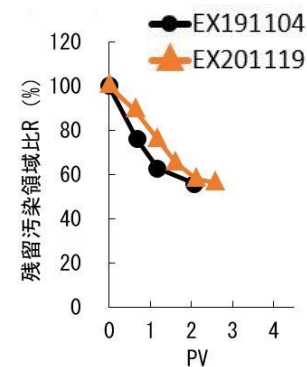


図-6 EX201119
汚染領域の推移（PV）

DEEP2D 土槽を用いた機械油汚染地盤の非掘削浄化

A17321 木本 勇太 A17333 田島 仁平

指導教員 棚橋 秀行

1. はじめに

棚橋研究室では工場を継続的に稼働させたまま工場下の油汚染領域を非掘削で浄化できるよう研究を重ねている。我々チーム2は短距離で横に広がっている部分を研究対象としている(図-1)。この範囲では、早く浄化する、界面活性剤の量を少なくする、多くの条件下でも応用できるという3つの目標を掲げて研究を行っていく。今年度我々チーム2が優先的に達成したい目標は、早く浄化することである。早く浄化できないとチーム3の浄化範囲に再度汚染油が広がってしまうためである。

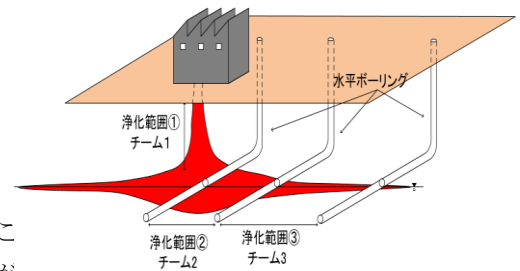


図-1 水平ボーリングを用いた浄化

我々チーム2では、上記に挙げた条件を意識し、昨年度導入した DEEP2D 土槽で実験を行っていく。

2. 今年度の研究の流れ

2018 年度に行った EX180827(写真-1)では実験終了時に汚染領域は少し残っているが、経過時間は23時間という結果となり短い時間でほとんど浄化できている(表-1)。

しかし、通常の実験であれば合計圧入量が約12PV以内で浄化完了できるのに対し、合計圧入量が16.7PVと多く、汚染領域が残る(写真-2)ことが分かる。さらに、この実験では地表面から界面活性剤を被せるように圧入しているため工場直下ではできないことが分かる。そのため、異なる実験方法を考えなければいけない。

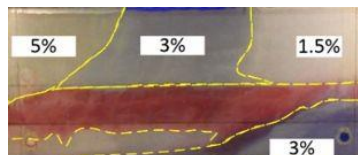


写真-1 EX180827



写真-2 実験終了時(16.7PV)

写真-3 は縦方向+横方向への浄化を加えた実験である。結果は、汚染領域が残らず実験を終えることができていく(写真-4)。



写真-3 EX181022



写真-4 実験終了時(12.5PV)

この EX181022 の実験を元に CMC を被覆して真空圧を高め吸引することでより早い浄化をすることができると考えた。また、残った汚染領域上部に新しく圧入ノズルを配置することで経過時間を大幅に減らすことができると考え昨年度導入した DEEP2D 土槽で今年の研究を行っていく。

3. 圧入ノズル 2~3 つの実験

表-1 実験一覧(総合評価の算出法は 6. にて記述)

実験名	地表面の被覆	圧入ノズル	界面活性剤の種類	回収ノズル	PV 界面活性剤	実験装置稼働時間 (h)	残留汚染領域 (%)	総合評価
EX200616	有	右上部	P205(3%)	左下部	3.477	36	100.7	107.0
EX200623	有	右上部 中間部	P205(3%) P205(5%)	左下部	12.959	93	0	60.3
EX200721	有	右上部 中間部	P205(3%) P205(5%)	左下部	15.371	131	6.4	107.1

圧入ノズルを新しく付け汚染領域上部に界面活性剤を直接当てることで、上記に挙げた3つの目標を達成することができると考え今年度の実験に取り組んだ。その結果、表-1 のようになった。

EX200616 では、汚染領域がどの程度残るかを調べるため、右上部のノズルから界面活性剤を流速 20ml/min で流していき、左下部のノズルで乳化液を回収していく。その結果が写真-5 である。



写真-5 実験終了時(3.47PV)

この実験結果から、EX200623 と EX200721 では、残った汚染領域上部に新しく圧入ノズルを配置して実験を行った。EX200623 では新ノズルで圧入する界面活性剤の流速は 20ml/min で汚染領域を浄化していった。その結果、上層部に大きな空洞の生成が確認された(写真-6)。

この理由として、新ノズルの流速が速すぎたため圧入量が多すぎ、ノ

ズル③で全て吸引・回収できなくなり、水位が上昇し全応力が大きくなり、アクリル板が膨らむことで空洞が生成されるからである。

EX200721 では、空洞の生成を抑制するために新ノズルからの流速を遅くすることで空洞の生成を抑えることができると考え、流速 5ml/min で浄化していった。その結果、空洞の生成を抑えることができたが(写真-7)、新ノズルから圧入する界面活性剤の流速を遅くしたため、浄化完了の時間がかかってしまった。また、ノズル③周辺に汚染領域が残ってしまっているため今後の実験では、汚染領域上部に新ノズルを追加することによって、ノズル③付近の浄化速度が上がり、早く浄化できると考察する。紹介した3つの実験は、地表面に界面活性剤が溢れ出てしまっている。原因としては、ノズル①の界面活性剤を送るチューブに沿って空洞が生成してしまい、結果として、界面活性剤が地表面上に溢れ出ると推測する。したがって、チューブの通り道を改善することにより、界面活性剤が地表面上に溢れ出ないだろうと考察する。

4. 圧入ノズル 4 つの実験

表-2 実験一覧

実験名	地表面の被覆	圧入ノズル	界面活性剤の種類	回収ノズル	PV 界面活性剤 水	実験装置稼働時間 (h)	残留汚染領域 (%)	総合評価
EX200910	有	右上部 中間部 左上部 右下部	P205(3%) P205(5%) P205(7%) 水	左下部	7.52 11.3	174	0	163.7
EX201007	有	右上部 中間部 左上部 右下部	P205(3%) P205(4%) P205(5%) 水	左下部	9.56 5.57	63	13.2	60.9
EX201021	有	右上部 中間部 左上部 右下部	P205(3%) P205(4%) P205(5%) 水	左下部	8.07 3.11	75	0	41.9

今回紹介する3つの実験(表-2)は、前に紹介した実験よりもノズルを2つ追加し、チューブの配置を変えた複雑な実験を紹介する(図-2)。

●EX200910：界面活性剤の濃度 3%、5%、7%を用いる。高濃度にするにより、界面活性剤の使用量を少なくすることができ、効率の良い実験ができると考えた。また、右下部から水を圧入し横方向の力を加えることで PV を減らすことができ、浄化完了時間を短縮することができると考え実験を行っていく。実験方法は図-3の挙動予想図のとおりである。実験結果は、174 時間で今年度の実験の中で一番時間がかかった実験である。その理由として、ノズル②からの流速を 10ml/min と遅くしたことにより汚染領域が 3 分の 1 程度浄化するのに時間がかかってしまった。また、高濃度の界面活性剤を用いたことにより時間がかかってしまったのではないかと考察する。次の実験では、低濃度にする事で透水性を高め、ノズル②の流速 20ml/min にすることでより早く浄化ができると考える。

●EX201007：前回 (EX200910) 水を用いたことにより界面活性剤の使用量を少なく抑えることができたため、水を使用し横方向の圧入を強くすることで早く浄化する事ができると考え EX201007 の実験を行った。前は、汚染領域が 3 分の 1 程度浄化するのに時間がかかってしまったので、今回 EX201007 ではノズル②の流速を 20ml/min で圧入していった(図-4(I))。そして、3 分の 1 程度浄化できたらノズル③から界面活性剤 4% を流



写真-6 60 時間後 (8.60PV)

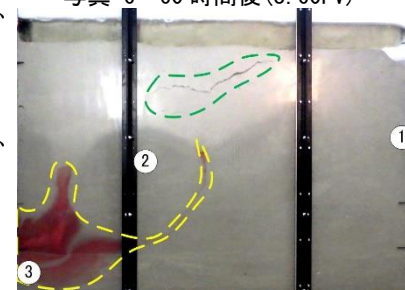


写真-7 93 時間後 (13.0PV)

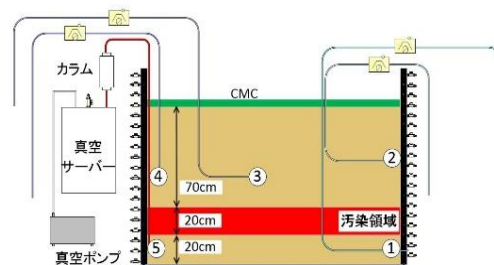


図-2 ノズル、チューブ配置

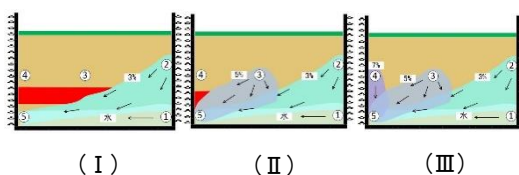


図-3 挙動予想図 (EX200910)

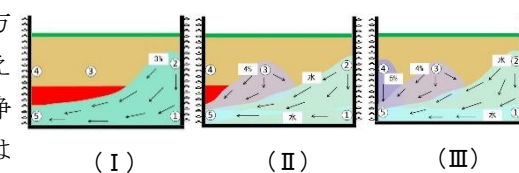


図-4 挙動予想図 (EX201007)

速 10ml/min で圧入していき、ノズル①②から水を流速 10ml/min で圧入していく(図-4(Ⅱ))。

3 分の 2 程度浄化できたらノズル④から界面活性剤 5%を流速 10ml/min で圧入していった(図-4(Ⅲ))。実験結果は、今年度行った実験の中で一番早く浄化する事ができた。その理由として、序盤で 3 分の 1 程度浄化するのに前回の実験(EX200910)よりも早く浄化することができたことがあげられる。

また、図-4(Ⅱ)のようにノズル①②から水を流速 10ml/min で合計流速 20ml/min で圧入していった。

その結果、横方向の力が強くなり、より早い浄化ができたと考察する。

界面活性剤と水の合計 PV を減らせることができたため良い実験を行うことができた。しかし、実験終了時(写真-8)には汚染領域が残っている。この理由として、圧入するタイミングが早すぎたため汚染領域が残ってしまったと考えられる。圧入タイミングを変更すれば全て浄化できると考察する。

●EX201021: 界面活性剤を流す順番を変えることで、浄化時間や PV に変化があるかを確認する目的として実験を行った。 実験方法は、ノズル②から界面活性剤 3%を流速 20ml/min、ノズル④から界面活性剤 5%を流速 10ml/min で圧入し、ノズル⑤で乳化液を回収していく(図-5(Ⅰ))。汚染領域が半分程度浄化できたらノズル②で前回の実験(EX201007)で残ってしまった汚染領域が浄化できるまで浄化する(図-5(Ⅱ))。

残った汚染領域はノズル①②を水で流速 10ml/min、ノズル③から界面活性剤 4%を圧入して浄化していく(図-5(Ⅲ))。実験結果は、前回の実験(EX201007)よりも時間がかかってしまったが、界面活性剤と水の PV を共に減らすことができた。界面活性剤の濃度、圧入タイミング等を変えることで最適な結果が得られると考察する。

5. 間隙内二液反応発泡法を用いた実験

5.1 実験目的

図-6 は実験装置図である。今回は新しい浄化方法としてチーム 1 が行っている間隙内二液反応発泡法を用いる実験を行った。

間隙内二液反応発泡法とは、重曹を添加した界面活性剤と酒石酸を添加した界面活性剤を圧入し、二種類の液体を反応させて二酸化炭素を発生させることにより、界面活性剤を発泡させ浄化効率を向上させた浄化方法である。この方法を用いて浄化時間、PV 共に減らせることができると考えた。

5.2 実験方法

この実験では重曹添加界面活性剤(重曹 5%、界面活性剤 3%)、酒石酸添加界面活性剤(酒石酸 5%、界面活性剤 3%)、界面活性剤 3%の 3 種類の液剤を用いる。図-7 は送液パターン図であり、この通りに液剤をノズル①から流速 10ml/min で圧入し、ノズル②で乳化液を吸引回収する。

5.3 実験結果・考察

実験開始から図-7 の送液パターン 1 サイクル経過後(写真-9)、重曹添加界面活性剤と酒石酸界面活性剤が化学反応を起こさず、吸引・回収されていると考え、発泡ができていないと判断し図-8 の送液パターン 2 に変更した。送液パターン 2 では送液パターン 1 の圧入時間を半分に変更したものである。変更することにより発泡範囲が広がり、浄化効率が良くなると考えられる。変更後、徐々にではあるが発泡範囲が広がっているのが目視で確認できる(写真-10)。52.5 時間後、これ以上変化がなく発泡の限界が見られたため実験を終了した(写真-11)。

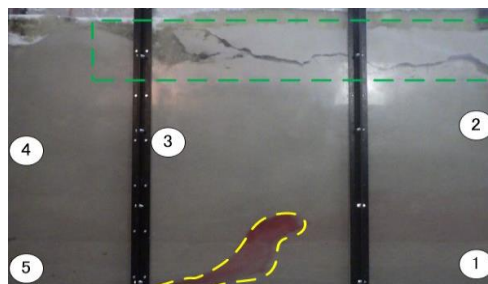


写真-8 実験終了時(EX201007)

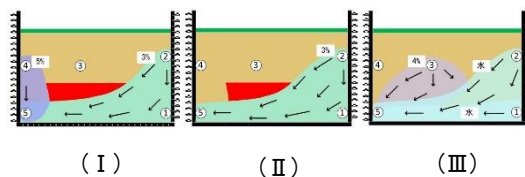


図-5 挙動予想図(EX201021)

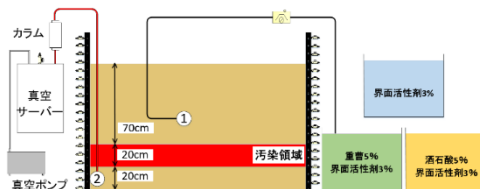


図-6 実験装置図(EX201111)

重曹5% 界面活性剤3% 6時間 (約0.4PV)	界面活性剤3% 1時間30分 (約0.1PV)	酒石酸5% 界面活性剤3% 6時間 (約0.4PV)	界面活性剤3% 1時間30分 (約0.1PV)
---------------------------------	-------------------------------	----------------------------------	-------------------------------

図-7 送液パターン 1

重曹5% 界面活性剤3% 3時間 (約0.2PV)	界面活性剤3% 45分 (約0.05PV)	酒石酸5% 界面活性剤3% 3時間 (約0.2PV)	界面活性剤3% 45分 (約0.05PV)
---------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------------

図-8 送液パターン 2

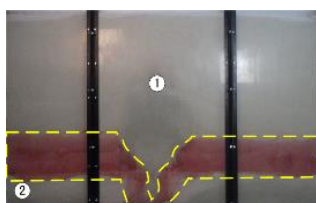


写真-9 15 時間後 (0.78PV)

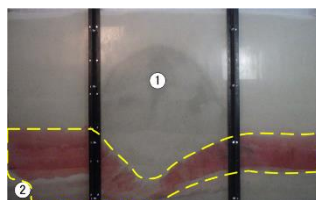


写真-10 37.5 時間後 (2.05PV)



写真-11 52.5 時間後 (2.88PV)

写真-11 より、浄化範囲(発泡範囲)がどの程度残るかを確かめることができた。間隙内二液反応発泡法を用いることで3分の1程度浄化する事ができている。この結果から、PVを大幅に減らせることがわかったと同時に発泡させるのに時間がかかってしまった。発泡ができていなかった理由として、重曹添加界面活性剤と酒石酸添加界面活性剤の間に流す界面活性剤を流す時間が長すぎたため、重曹と酒石酸が化学反応を起こすことなく吸引回収されてしまったと考えられる。

また、浄化範囲が予想以上に広がらないことがわかった。この理由として、上記で述べているようなことが原因で発泡が一部の範囲でしか起こらなかったのではないかと考察する。この対策として送液パターンを変えることや、ノズルを2つに変更し一方から重曹添加界面活性剤を流し、もう一方から酒石酸添加界面活性剤を同時に圧入することで発泡範囲が広がるのではないかと考える。今回はCMCを被覆せず、間隙内二液反応発泡法を用いて界面活性剤の基本的な流れを確認したが、CMCを被覆した場合では異なる結果が得られると考察する。

6. 各実験の総合評価について

図-9は今年度行った各実験の総合評価である。総合評価は以下の式で定義される。値が小さいほど浄化効率が高い指標である。実験装置稼働時間の値を小さくすることを重視し研究を行っていく。

$$(\alpha \times \beta / 20) + \gamma \quad (1)$$

α : 合計圧入量(PV) β : 実験装置稼働時間(h) γ : 残留汚染領域(%)

図-9より、一番評価が高い実験はEX201021であり、この理由として浄化完了時間はEX201007の方が短い時間で浄化しているが、汚染領域が残っているため、このような結果が得られたと考察する。

また、EX201111では間隙内二液反応発泡法を新たに取り入れ実験を行った。総合評価は今年度行った実験の中で悪い結果が得られたが、実験の結果をみると2.88PVで3分の1程度浄化できているため、この方法を用いて今後実験を行うことでチーム2の3つの目標を達成することができると考える。

7. まとめ

今年度行った実験は大きく分けて、ノズルを増やした実験と間隙内二液反応発泡法を用いた実験に分けられる。前者は、浄化したい部分にピンポイントで界面活性剤を当てることができるため、最適なタイミングで界面活性剤を圧入することや止めることができるため経過時間、PV共に減らすことができた。また、水を圧入することで大幅にPVを減らせることがわかった。後者では、重曹添加界面活性剤と酒石酸添加界面活性剤を上手く流さないと化学反応が起こらず発泡しないまま吸引回収されてしまったが、今後の工夫次第では有用な方法であると思われるため、さらに検討を行ってゆきたいと考える。また、目視せず浄化できる方法を確認していきたいと考える。

参考文献

- 1) 平成30年度大同大学卒業論文 榎原・松下：界面活性剤の浸透制御による油汚染地盤の非掘削浄化
- 2) 令和元年度大同大学卒業論文 井口・杉浦：DEEP2D土槽を用いた界面活性剤による油汚染地盤の浄化

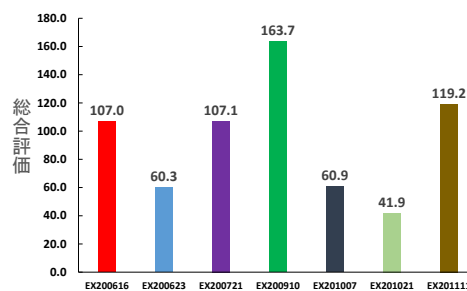


図-9 総合評価

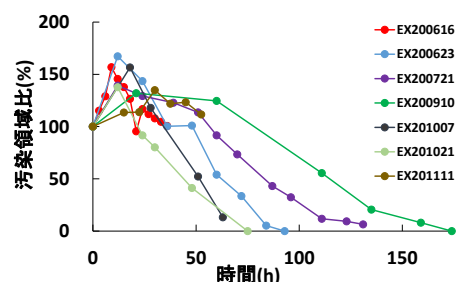


図-10 汚染領域比と経過時間の関係

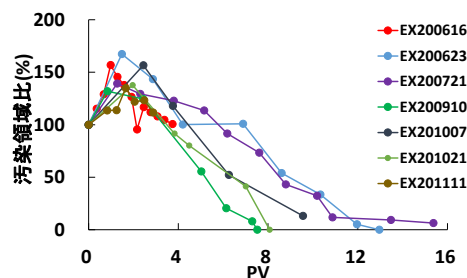


図-11 汚染領域比とPVの関係

動水勾配流を用いた界面活性剤による機械油汚染地盤の浄化

A17306 井澤 快仁 A17320 木村 友哉

指導教員 棚橋 秀行

1. はじめに

当研究室は、界面活性剤を用いた油汚染地盤の非掘削浄化の研究を行っている。図1は工場から漏れた汚染油が広がった場合を想定した概要図である。これに対し、当研究室は浄化グループを3つに分け、それぞれに役割を持たせてより効率よく浄化を進めている。私たちが担当するチーム3の浄化範囲は、工場から離れ、油層は比較的に薄く広がっており、工場敷地外の流出を何としても阻止しなければならない場所である。さらに、浄化対象範囲が広いため、圧入ポンプや真空ポンプを使用しても圧入力や真空圧が減衰してしまう。そのため、動水勾配流を用いた浄化がメインの方法となる。本研究の目的はこの浄化におけるノズル配置や手順等を検討することで浄化効率を向上させることである。

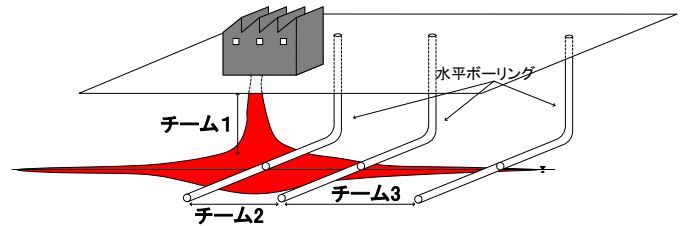


図1 各チームの担当浄化領域

2. 今年度の研究の流れ

2019年度チーム2(現チーム3)の研究では、地盤内で停滞せずに浄化が行える界面活性剤の配合比を検討した。その結果、ペレソフト 205(2.5%)とペレソフト 209(1.5%)の配合した混合溶液により、土壤内に停滞せず、安定した圧入で順調に浄化が行えた¹⁾(これ以降ペレソフト 205をP205、ペレソフト 209をP209と表記する)。そのため、私たちは今後すべての実験で、P205(2.5%)・P209(1.5%)を配合した混合溶液を使用し、実験を行うこととした。また、2019年度の研究から大型二次元土槽実験では、送液孔を汚染領域の上に2箇所設置することで、浄化できる範囲が広がることも分かった¹⁾。そこで私たちはそのノズル配置をもとに、さらに良い浄化方法を模索していくことにした。

3 ノズルの配置を検討した大型二次元土槽実験

3.1 上流の圧入ノズルを常時圧入した大型二次元土槽実験(EX200617)

3.1-1 実験方法

大型二次元土槽実験は横191cm、縦91cm、奥行き5cmの土槽を用いる。そこに下から順に清浄土を20cm、汚染土20cm、清浄土40cmの厚さで充填した。図2の土槽外の越流水槽により外部水位を地表面の高さに設定する。送液ポンプによって越流水槽に送液された界面活性剤はノズル1あるいはノズル2から土壤内に圧入させ浄化を行う。

今回の実験EX200617ではノズル2からの圧入を先行させてみた。図2は本実験の挙動予想図である。ノズル2から界面活性剤を圧入し、浄化が完了したらノズル1からも圧入させる。この方法ではいったん浄化したところを再び汚染させてしまうが、もしかしたら全体としては早く浄化できるのではないか、ということを確認する実験である。

3.1-2 実験経過と結果

写真1は土槽実験の開始時の写真である。本実験EX200617を含めたすべての大型土槽実験の初

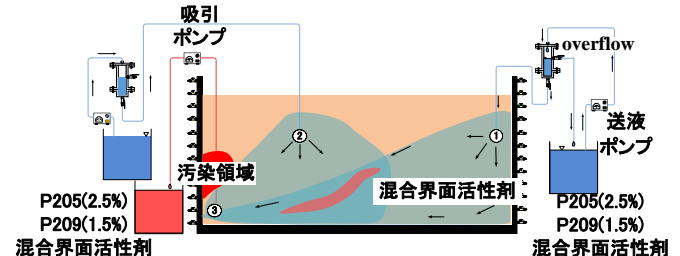


図2 EX200617 挙動予想図

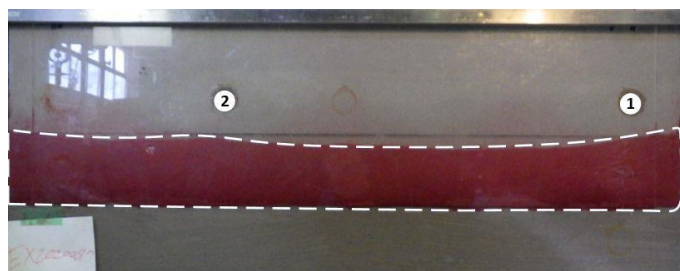


写真1 各実験の実験開始時

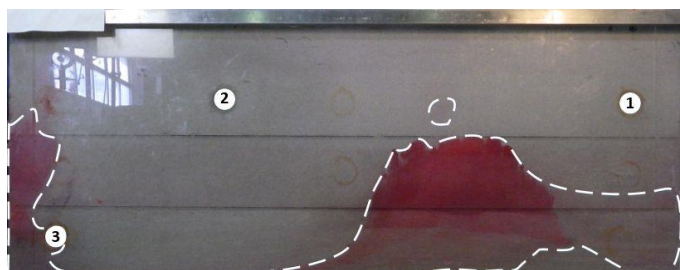


写真2 EX200617 実験開始 75 時間後

期状態はこうになっている。開始 16 時間後にノズル 2 のみからの浄化が完了したと判断し、ノズル 1,2 の同時圧入を開始した。実験時間 75 時間後、写真 2 のように中心部の汚染領域が取り残されてしまった。更に、この時ノズル 1 からの圧入が停滞していたため、実験を終了した。ノズル 2 の浸透域で下流側の水位が高くなってしまったため、ノズル 1 からの圧入が進まなかった。次の実験 EX200824 は停滞せず浄化が行えるよう、ノズル 1,2 から交互に圧入させる実験方法で実験を行う。

3.2 圧入ノズルを交互に圧入した大型二次元土槽実験 (EX200824)

3.2-1 実験方法

ノズル 1 と 2 から交互に圧入させることによって、界面活性剤を停滞させずに浄化が行えるのではないかと予想した。図 3 は EX200824 の挙動予想図である。実験を開始後、ノズル 2 から圧入を行い、浄化が完了したらノズル 2 からノズル 1 に切り替え、ノズル 2 の浄化範囲に汚染領域が到達したら再びノズル 2 に切り替え、完全浄化を行う。

3.2-2 実験経過と結果

実験開始後ノズル 2 からの圧入を開始し、実験開始 20 時間後に、ノズル 2 での浄化が完了したため、ノズルを 2 からノズル 1 に切り替えた。実験開始 90 時間後、写真 3 のように順調に浄化されており、EX200617 のような中心部の汚染領域が取り残される現象は見られなかった。その後もノズルを交互に切り替えることで写真 4 のように浄化が完了したため実験を終了した。本実験 EX200824 は全体を浄化できたため昨年の EX191125 と実験結果を比較した。図 4・図 5 はそのグラフである。このグラフを見るとわかるように、EX200824 の方が浄化に時間がかかっているものの、浄化に必要な界面活性剤の量 PV が少ないということがわかった。また、総合評価という指標をみてもほとんど変わらなかったため、ノズルの圧入順を変えても浄化効率の観点から大幅な改善は見込めないと推測している。そこで次の実験は、ノズルを使用した実験から一度離れ、有孔板を用いた実験を行っていく。

4.1 有孔板を用いた大型二次元土槽実験

滲出の水位変更を行う大型二次元土槽実験 (EX201008)

4.1-1 実験方法

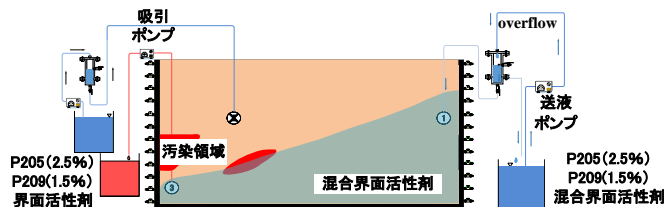


図 3 EX200824 挙動予想図

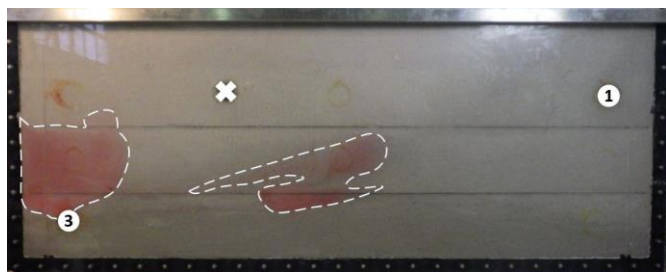


写真 3 EX200824 実験開始 90 時間後



写真 4 EX200824 実験終了後

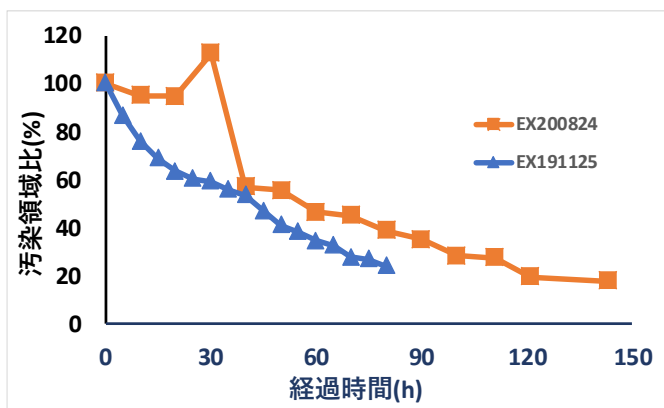


図 4 汚染領域比と経過時間の関係を表したグラフ

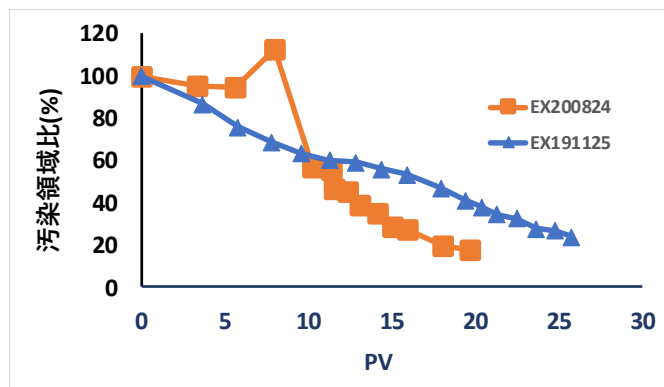


図 5 汚染領域比と PV の関係を表したグラフ

実際の汚染現場での非掘削浄化の方法として、注水井戸・揚水井戸を設置し、注水井戸から界面活性剤等を浸透させ、揚水井戸で汚染物質を回収するという浄化方法があり、(株)大林組・(株)フジタといった土木業界を代表する企業がこの浄化技術を保有している。そして、今回は有孔板を用いた実験を行う。**写真 5** は実験で使用する有孔板である。この有孔板は現場の注水井戸・揚水井戸の役割を果たすため、ノズルでの浄化に比べ、より現場に近い浄化実験を行うことが可能となった。そのため、今後は有孔板を用いた実験が上手くいくような浄化方法を模索していく。

図 6 は実験の挙動予想図である。実験開始後、界面活性剤が有孔板から汚染領域を包むような水流を作り、汚染油を乳化させ、動水勾配の力で乳化した汚染油を押し流すことで、ノズルでの浄化よりも短時間で汚染領域を浄化できるのではないかと考え、本実験を行う。なお、水位差は 37.5cm に設定している。

4. 1-2 実験経過と結果

実験開始から 10 時間後汚染領域がほとんど乳化色になっていたため、本実験は短時間で終わると期待していたが、**写真 6** のように実験開始 30 時間後経過しても、右 1/6 程度の浄化であったため、滲出バルブを上げ、水位差を 7.5cm に変更し実験を行った。しかし実験開始 70 時間後、その浄化方法では浄化が行えなかったため、再び滲出バルブを下げ、水位差を 37.5cm に変更し再び実験を変更した。しかし、実験開始 95 時間後、**写真 7** のように右 1/4 程度の浄化しか行えておらず、これ以上の浄化が見込めないため実験を終了し、界面活性剤の流れを確認してみることにした。**写真 8** を見るとわかるように青色で着色したほとんどの界面活性剤は、地下水層(汚染領域下)を流れていることが分かった。この原因は水位差が大きすぎることでありと考えたため、次の実験では、適切な水位差や浸透・滲出バルブの位置の選定を模索していく。

4. 2 浸透・滲出の水位変更を行う大型二次元土槽実験 (EX201112)

4. 2-1 実験方法

前回の EX201008 の実験から、有孔板から全面で流すには水位差が重要であると考えた。そのため、今回の実験では浸透・滲出バルブを上下に移動させることで、浄化効率の良い浄化方



写真 5 実験で使用する有孔板

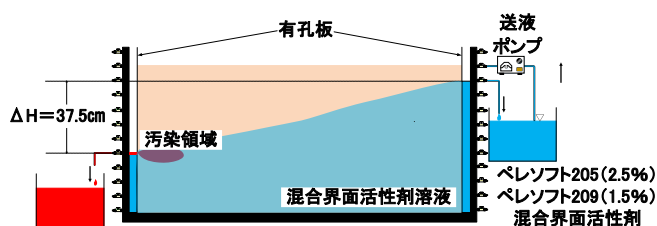


図 6 EX201008 挙動予想図

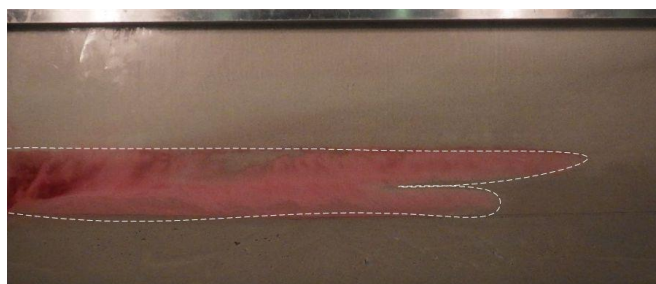


写真 6 EX201008 実験開始 30 時間後

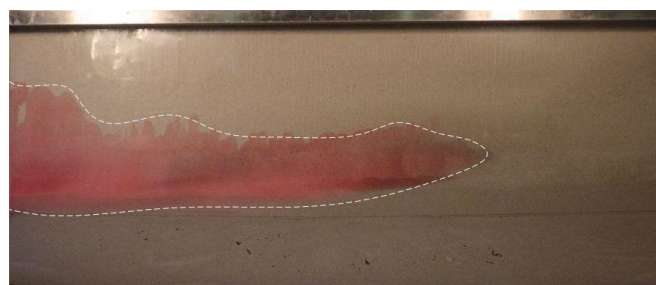


写真 7 EX201008 実験終了後

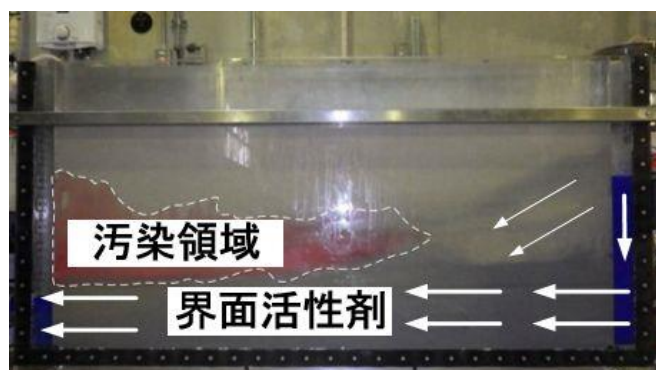


写真 8 界面活性剤の水流を確認した実験

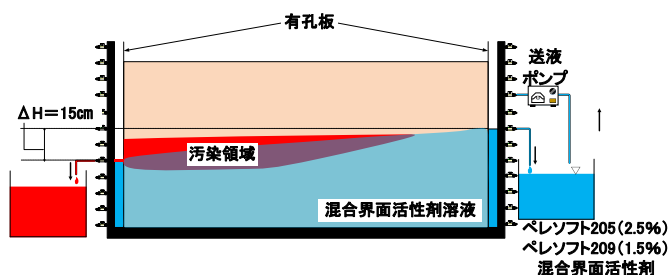


図 7 EX201112 挙動予想図

法を模索してく。図7は本実験の挙動予想図である。滲出バルブの位置はEX201008の滲出バルブと同じ、水位差は15cmに設定した。

4.2-2 実験経過と結果

図8・9はEX201112の実験結果をまとめたグラフである。実験を開始して、75時間後までは上記で記した通り水位差15cmの動水勾配で浄化を試みたが、図8・9を見るとわかるように浄化が全く進んでおらず、界面活性剤に触れていない汚染領域が多かった。そこで、実験開始30時間後に浸透・滲出バルブを一段上げることで、汚染領域全体を界面活性剤に触れされたが、大きな挙動の変化はなく、浄化がほとんど進まなかった。そこで、実験開始75時間後・120時間後に浸透側の水位を上げることで汚染領域の効率の良い浄化を期待し、実験を行った。写真9は実験開始120時間後の写真である。この時水位差を22.5cmに設定し浄化を行っており、このタイミングで水位差を30cmに変更し、実験開始163時間後まで浄化を行った。図8を見るとわかるように実験開始75時間後から163時間後までは汚染領域を比較的短時間で浄化を行っている。その後、163時間後に滲出側のバルブを一段階上げ、滲出の水位を上げることでどのような挙動が見られるかを確認する実験を行った。しかし、図8.9をみるとわかる通り、浄化がほとんど進むことなく、浄化が行えていない。写真10は実験終了時の写真であり、浄化された範囲がEX201008とほとんど変わっていないため、ほとんどの界面活性剤は地下水層を流れてしまっていたと考えられる。そのため、水位差を変更するだけでは全浄化をすることが困難であるということがわかった。

5. まとめと来年度の実験に向けて

今年行った実験は、圧入ノズルの配置・順番を検討した土槽実験、有孔板を用いた土槽実験の大きく2つに分けられる。今回の実験成果は、圧入ノズルの配置を固定し、浄化方法を検討する実験を行ったが、浄化方法を変更しても、浄化効率・総合評価という指標では大きな変化がなく、今後大きな実験成果を得られる可能性が低いということがわかった。そして有孔板を用いた実験ではどんな動水勾配流を設定して実験を行っても、左半分程度の汚染領域を浄化することが困難であった。つまり、(株)大林組・(株)フジタといった土木業界を代表する企業がこの浄化方法を用いて現場での浄化を行っているが、仮に自由水面での浄化であったとすると、実際の現場でもほとんどの界面活性剤が地下水層を流れ、ある程度の汚染領域しか浄化できず、無駄に界面活性剤等を流し続けていることが懸念される。また、今回の土壌は珪砂6号を使用し実験を行っているが、より粗い土壌・細かい土壌の場合の実験を行っておらず、土壌の条件次第ではうまくいくのではないかと考えているため来年度の実験に期待したい。

参考文献

1) 令和元年度卒業論文 伊藤・小池・横井：動水勾配流を用いた界面活性剤による油汚染地盤の浄化 pp.29～31,P.37,2018

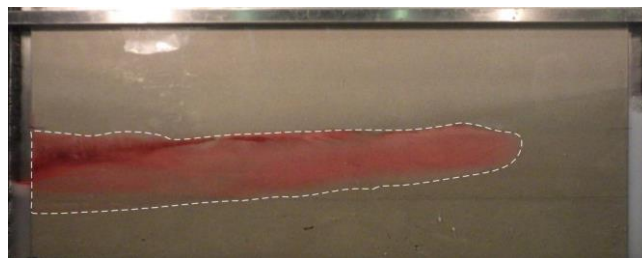


写真9 EX201112 実験開始120時間後

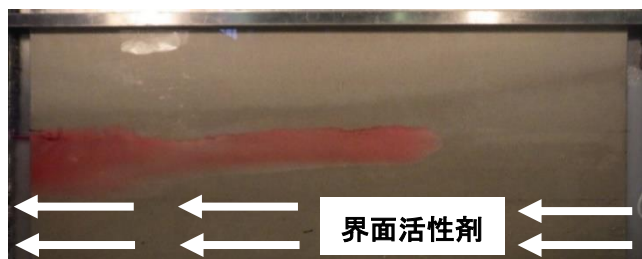


写真10 EX201112 実験終了後

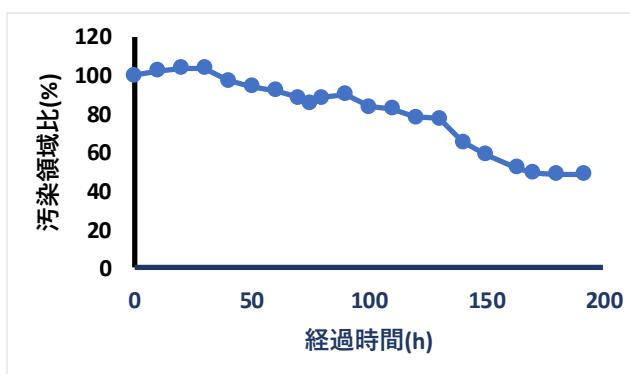


図8 汚染領域比と経過時間の関係を表したグラフ

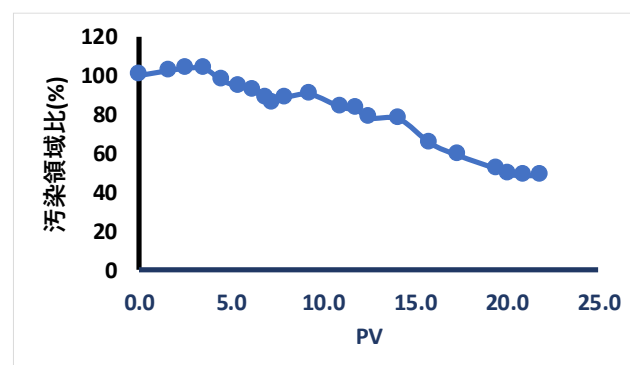


図9 汚染領域比とPVの関係を表したグラフ

食用油を用いた機械油汚染地盤の非掘削浄化

A17310 大橋 将志 A17344 半田 瑞輝 指導教員 棚橋 秀行

1.はじめに

棚橋研究室では、工場から漏洩した機械油の地盤汚染対策として一般的に行われている掘削浄化ではなく、非掘削での浄化技術の開発を目的として研究している。他のチームが界面活性剤での浄化をテーマに研究しているのに対し、私たちチーム4では、食用油での浄化をテーマに研究を行ってきた。チーム4は、図-1のチーム3の範囲をメインとして研究を行っていく。その理由は2の界面活性剤と食用油の浄化の違いの所で述べていく。

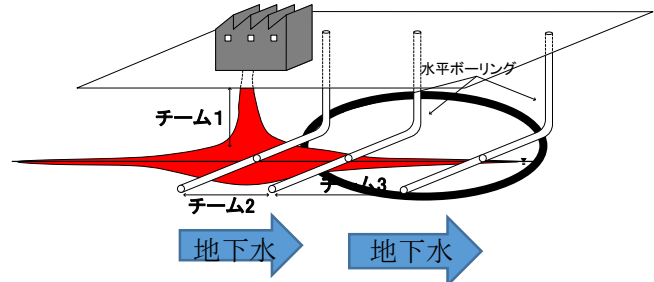


図-1 チームごとの担当汚染領域¹⁾

2. 界面活性剤と食用油の浄化の違い

界面活性剤で浄化を行う場合、一度乳化させてから浄化するため汚染油が薄まったとしても、汚染領域が広がってしまうという問題と、地下水に流れてしまった場合地下水で汚染領域が広げられてしまう可能性があるという問題がある。そこで食用油での浄化に着目した。写真-1と写真-2で食用油は機械油と溶け合い、界面活性剤のように油を乳化させないため水が比較的綺麗に残っていることがわかる。また、食用油は水に溶けないので地下水を汚さずに済むため、チーム3の範囲において、隣の敷地に広げたくない時など、界面活性剤と組み合わせると綺麗に浄化できると考え、チーム3の範囲を担当範囲とした。



写真-1 界面活性剤

写真-2 食用油

3. 食用油を浸透させた浄化実験

3.1 カラム実験 (EX200609)

目的・実験方法

食用油で汚染土を浄化できるかを確認するために、カラムで実験を行った。直径60cm、長さ15cmのカラムを5本繋げたものに4本分汚染土を充填して、水頭差を50cmとして、実験を行った。

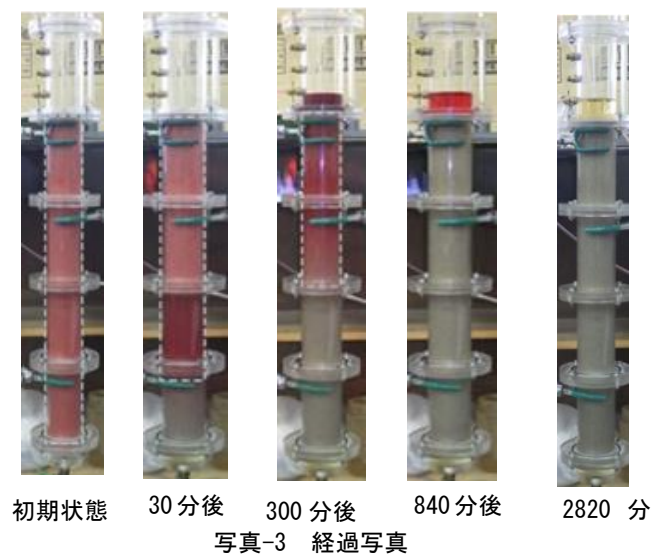
実験経過・考察

写真-3の通り、徐々に下から浄化されていることがわかる。しかし完全に浄化されるまでに2820分かかっていて界面活性剤と比べて時間がかかっている事もわかった。

3.2 小型二次元土槽実験 (EX200616)

目的・実験方法

カラムで浄化できる事が確認できたが、カラムは縦方向への浄化なので、小型二次元土槽を用いて、横方向への浄化の流れを確認する実験を行った。図-2の実験装置図の通り、縦71cm、横60cm、



初期状態 30分後 300分後 840分後 2820分
写真-3 経過写真

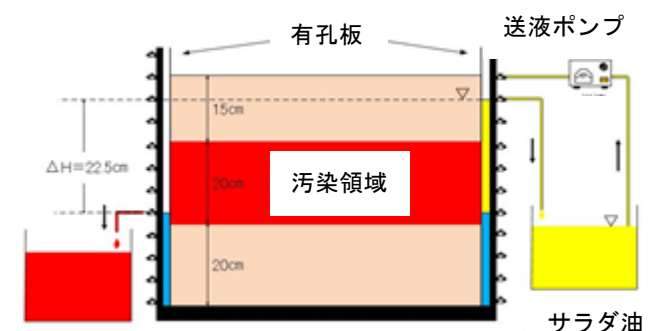


図-2 実験装置図

奥行 5cm の小型二次元土槽に有孔板で横 2cm ずつ両端を区切り、下から清浄土 20cm、汚染土 20cm、清浄土 15cm と充填していく。水位差を 22.5cm に固定して上から食用油を送液して浄化を行う。

実験経過・考察

実験開始から一時間後に汚染領域が浄化され始め、10 時間後には半分浄化された。かなりはやいスピードで浄化されているように思われたが、サラダ油の通り道ができしまい、上部の浄化に時間がかかってしまった。120 時間後に廃液からでてくる油がサラダ油の色と同じになったので実験を終了した。総 PV が約 4.2 となっていて、使用量が界面活性剤よりも少ないが、サラダ油は粘度が高く進む速さが遅いため、浄化に時間がかかったと考えられる。

3.3 大型二次元土槽実験 (EX200723)

目的・実験方法

小型二次元土槽での浄化実験が上手くできたため、さらに大きな土槽でも成功するのか確認を行った。図-3 の実験装置図の通り縦 91cm、横 191cm、奥行 5cm の大型二次元土槽に有孔板で横 4cm ずつ両端を区切り、下から清浄土 20cm、汚染土 20cm、清浄土 40cm ずつ充填して、今回は水位差 37.5cm として実験を行った。

実験経過・考察

実験開始後すぐ有孔板付近が浄化された。小型で半分だった 10 時間後では、2 割浄化されていて、浄化完了した 120 時間後では、6 割浄化された。浄化完了までに 192 時間かかったが、今回もサラダ油の道ができ上の方に汚染領域が残ってしまった。小型では見られなかった空洞見られた。空洞ができた場所はサラダ油の真下であり、サラダ油が染み込み荷重が大きくなったことによって出来たものと考えられる。

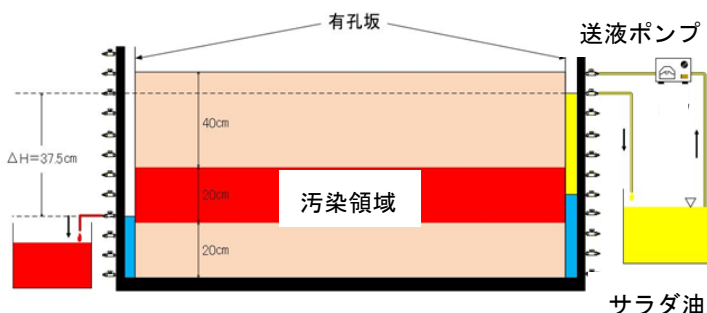


図-3 実験装置図



写真-4 120 時間後



写真-5 192 時間後

4. 地下水流と同じ方向に食用油を浸透させた浄化実験

4.1 実験 1 (EX200917)

目的・実験方法

3. でサラダ油での浄化が出来ることが確認できた。3.2 と 3.3 の土槽実験後、土槽底部まですべて水からサラダ油に変わっていた。実際の地盤では地下水が流れているため、地下水の流れを再現する実験を行った。3.2 で使われた小型二次元土槽を使い実験を行った。(以後小型二次元土槽はこのサイズで行う) 今回は左側 2cm のみ有孔板で区切り井戸として実験を行う。下から 20cm ずつ清浄土、汚染土、清浄土と充填を行い、図-4 の通り横のバルブから水を送液し地下水の流れを作った。

実験経過・考察

はじめは順調に左側へ、汚染油が押し出される様子が観察でき、開始 6 時間後に左側の井戸へ汚染油が流れ始めた。しかし次第に汚染油が上へと押し出されるようになり、12 時間後には地表面へと届いてしまったので実験を終了した。圧入量が排出量に追いついていないと考えられる。

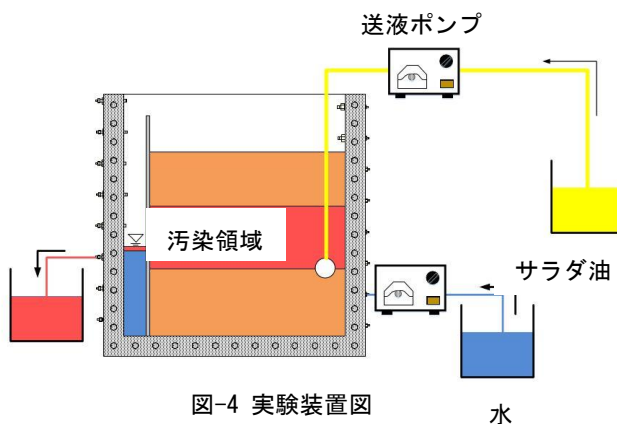


図-4 実験装置図

4.2 実験 2 (EX200825)

目的・実験方法

3.2 の EX200616 の実験の状況に、地下水を再現した実験を行った。図-5 の実験装置図の通り右のバルブより水とサラダ油を 1:1 の比率でそれぞれ流速 10ml/min で送液を行った。

実験経過・考察

実験開始から 5 時間後には 4 割ほど汚染領域が浄化され、7 時間後には左の井戸に汚染油が出始めた。8 時間後に水の流れを確認するため着色した水を流した。25 時間後には 8 割浄化されたが、残りの汚染油が下の層に行ってしまうと浄化がなかなか進まず、実験終了まで 50 時間かかった。写真-5 を見てわかる通り、下の層に水の流れができていて、サラダ油にすべて浸食されなかったと考えられる。

4.3 実験 3 (EX200902)

目的・実験方法

4.2 の EX200825 で水と一緒に送液することで地下水の流れを作ることが出来た。今回の実験では流速を上げた時の変化について調べてみた。4.2 と同じ方法で流速のみ 12ml/min とした。

実験経過・考察

実験開始から 8 時間後に 4 割が浄化され、この時から左の井戸へ汚染油が出始めた。25 時後には 8 割程浄化され、76 時間後に左の井戸に出てくるものがサラダ油になったため実験終了した。流速を大きくすることにより、地下水の流れが大きくなり、サラダ油が流れにくくなったものと考えられる。

4.4 実験 4 (EX201029)

実験方法

4.2 の EX200825 で行ったように水とサラダ油 1:1 で流速 10ml/min で送液を大型二次元土槽で行った。

実験経過・考察

実験開始 50 時間後に 3 割ほどの浄化がされた。しかし 100 時間後には浄化は進んでいないものの、汚染領域が広がっていった土槽の下の方に移動してしまった。200 時間後には 7 割浄化された。徐々に左に移動しているものの、時間がかかると判断し、250 時間後に実験終了した。

5.地下水流と反対方向に食用油を浸透させた浄化実験

図-1 の範囲において地下水の流れと同じ方向へ食用油を流すと、汚染領域がさらに広がってしまう可能性がある。実際の現場では逆方向への浄化が想定されるため、地下水の流れと逆方向で実験を行った。

5.1 実験 1 (EX200928)

目的・実験方法

EX200917 より、圧入量と排出量に問題があると考えたので、真空ポンプで吸引を行った。4.1 の EX200917 の実験に対し真空にする為、左側の井戸を無くし上に CMC を被覆した。さらに本研究は地下水流と流れを逆にした実験を行うため左側のバルブより水を送液し地下水を再現した。

実験経過・考察

写真-7.8 の水色の矢印は地下水の流れである。実験開始から 3 時間後食用油が汚染油を左側へ押し出している様子が明確にわかる。しかし 6 時間後には、サラダ油が下まで届いて、地下水の流れが出来ていな

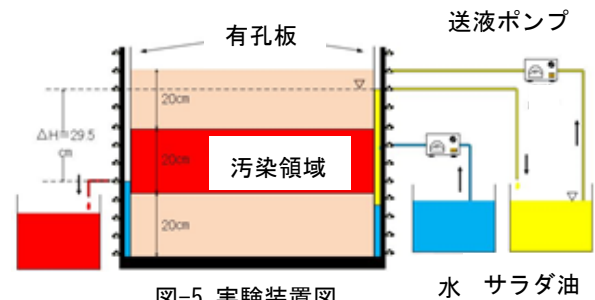


図-5 実験装置図



写真-6 50 時間後

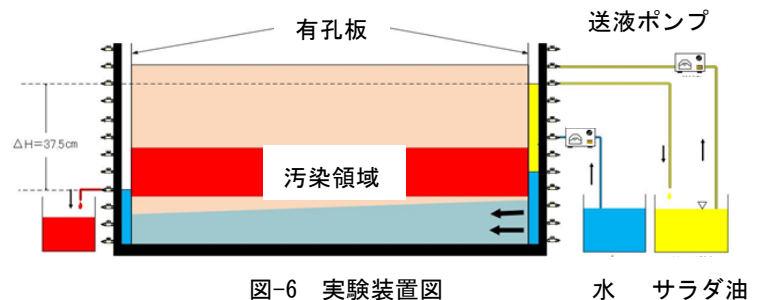


図-6 実験装置図

水 サラダ油

い事がわかる今回の結果から圧入量と排出の関係によって上へ押し上げられているのではないかと考えられた。また、狭い土槽での真空ポンプでの吸引は地下水を直接吸引してしまうので狭い土槽での地下水を再現した真空ポンプでの吸引は難しいと考えられ、次回の実験では、真空ポンプを用いず送液ポンプで吸引を行うことにした。

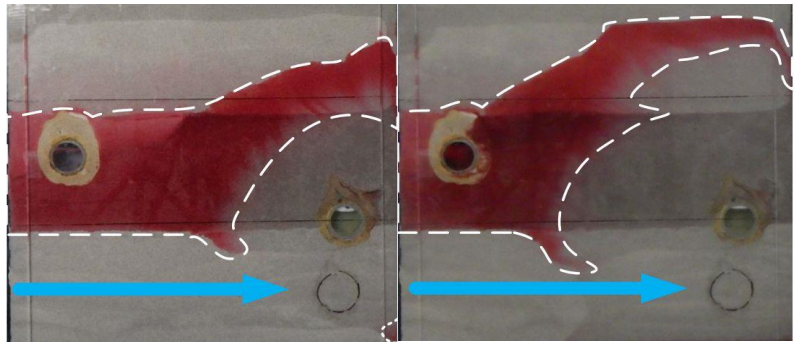


写真-7 3 時間

写真-8 6 時間

5.2 実験 2(EX201115)

目的・実験方法

4.4 の EX201029 で行われた実験に対して、地下水の流れを逆にしてサラダ油を圧入した。図-7 の実験装置図の通り 1 のノズルからサラダ油を圧入し、2 の圧入ノズルからサラダ油と汚染油を送液ポンプで吸引した。その流れに対して逆になるように水を 4 のバルブから送液ポンプで送液し 3 のバルブの方へと流れを作った。3 のバルブでは、水のみを吸引を目的としている。1~4 の全てを流速 10ml/min で送液、吸引を行った。

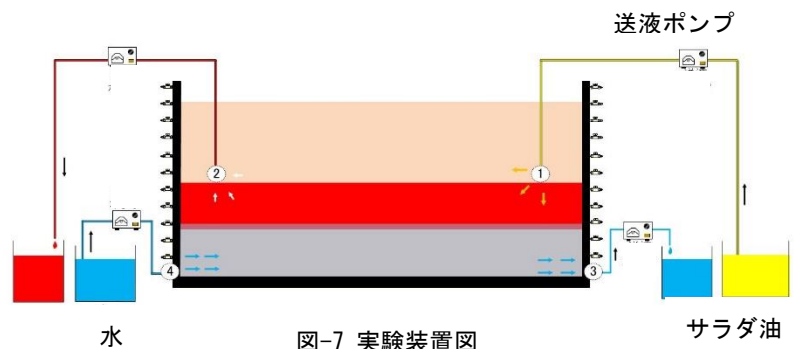


図-7 実験装置図

実験経過・考察

図-7 の 1 のノズルから圧入したサラダ油により右側の汚染油が黄色の矢印の通り、下に押された。10 時間後サラダ油がバルブ 3 の吸引口を塞いでしまう。バルブ 3 が塞がれてしまった結果、水の吸引力が落ち、25 時間後には土槽内の水が地表面まで来てしまい実験を終了した。この土槽では反対方向の地下水流を再現するのは厳しいと考えた。

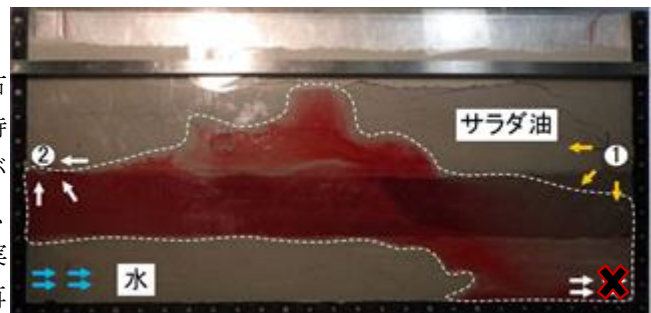


図-8 25 時間後

6. まとめと今後の課題

今年度行った実験は、「食用油による浄化確認のための実験」と、地下水を再現し、「地下水の流れと同じ方向での食用油の浄化実験」、「地下水の流れと逆方向での食用油の浄化実験」の大きく 3 つに分けられる。食用油の浄化確認では、食用油で浄化できる事が確認できた。地下水を再現し、同方向で浄化した実験も浄化には成功したが時間がかかり過ぎてしまうという問題点も浮かび上がってきた。実際の現場では地下水と逆方向の浄化がされるため、実際の現場を想定して行った実験では、サラダ油の粘度が高く、サラダ油が行きたいように行き、結果として地下水の道ができにくく、室内土槽のスケールでは油の下をくぐる水の流れの再現が難しいことが分かった。また、今更ながら気づいた点として、過去に行われていた天ぷら油の実験では綺麗に浄化されていたが、サラダ油では元々汚染油があった位置が浄化されても濃い色の跡が初期汚染領域に残っている。この原因として、サラダ油ではうまく絡まらず浄化できていないのではないかと考えた。そのため今後の課題として、粘度が低い食用油を用いて地下水と逆方向の浄化実験を行いたいと考えている。また、粘度の低い食用油はコストの面でかなりかかってしまうので、サラダ油と組み合わせて流してみたり、交互に流してみたり、それぞれ圧入場所を変えたりすることによって使用量を抑える事ができると考え、来年度の実験に期待したい。

参考文献 1) 令和 元年度卒業論文 井口・杉浦：DEEP2D 土槽を用いた界面活性剤による油汚染地盤の浄化 pp.9,2019

界面活性剤の化学特性に着目した機械油汚染土の浄化

A17301 安部 友規

A17315 角間 崇

指導教員 棚橋 秀行

1. はじめに

棚橋研究室は、機械油で汚染された地盤の非掘削浄化技術の開発に継続的に取り組んでいる。今年度の棚橋研究室は 5 つのチームに分かれて活動しており、私たちチーム 5 が担当しているのは、界面活性剤の化学特性による浄化の違いを解明すること、また微小スケールで見た時にどのようなメカニズムで機械油が浄化されるのかを解明することである。上記のことが分かることで、現在研究している非掘削浄化技術の幅が広がり、現場に応用しやすくなることを期待している。本概要は、今年度行った実験の結果を比較・考察したものである。

2. 新たな界面活性剤の選定とカラム試験による基礎的な浄化性能の把握

2019 年度チーム 2 が行った実験¹⁾で、より現場の条件に近いノズル配置を再現したところ、動水勾配流を用いた実験でも界面活性剤の使用量を抑え、効率よく実験を行うことができた。昨年度まで使用していた界面活性剤はペレソフト 205 (HLB10.5) とペレソフト 209 (HLB13.3) (ともに共同研究企業のみヨシ油脂製) であった。我々チーム 5 はこの 2 つの界面活性剤よりも、さらに機械油汚染地盤の浄化に適しているものがあるのではと考え、新しい界面活性剤の選定実験を行った。従来のものも含めてビーカーにおける機械油の乳化・溶解性能を比較した。その結果、やはりこれまで棚橋研究室の主力であったペレソフト 205 の性能は抜きんでいた。それに加え、新たにペレテックス 4920 (HLB9.4) (みヨシ油脂製) の性能が高いことが分かった。この結果を受け、単一界面活性剤を用いたカラム実験で個々の浄化能力を検証した結果、ペレソフト 205 の浄化に要する時間が短く、ペレテックス 4920 は浄化に要する時間が長いことが分かった。一方で、ペレソフト 205 の単位時間流量が大幅に落ち込むのに対し、ペレテックス 4920 は単位時間流量は少ないながら安定していることが分かった。そのため、両者の長所を合わせたら浄化力を維持した安定して流れる混合溶液になる可能性があると考え、配合するカラム実験を行った。その結果、昨年度も用いていたペレソフト 205 の濃度が 2.5% ペレソフト 209 の濃度が 1.5% のカラム実験とも浄化に要する時間、界面活性剤の使用量ともに差がないことが分かったので、大型二次元土槽を用いた横方向の浄化に用いてみることにした。

3. ペレソフト 205 (2%) とペレテックス 4920 (1%) の混合界面活性剤溶液を用いた大型二次元土槽実験

3.1 実験の概要

7 月までの実験で、昨年度までのベストな配合比のカラム実験と浄化時間、単位時間流量ともに遜色ないデータをとることができた。そこで昨年度のチーム 2 が行ったペレソフト 205 とペレソフト 209 の実験と比較し、ペレソフト 205 の濃度が 2% ペレテックス 4920 の濃度が 1% の混合溶液の能力を確かめることにした。

図-1 は本実験の挙動予想図である。実験開始後しばらくは送液孔のノズル 1 から混合溶液を流し、ある程度浄化が進んだら送液孔の土槽の左端から 1/4 の場所に設置したノズル 3 からも混合溶液の送液(2 時間サイクルの間欠送液)を開始する。

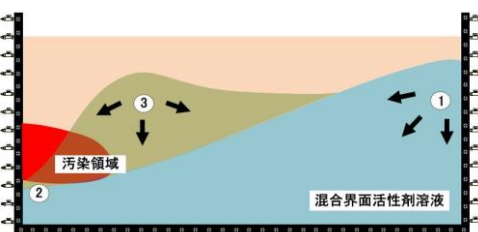


図-1 挙動予想図

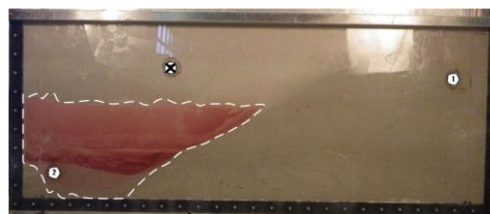


写真-1 162 時間後

3.2 実験経過と考察

実験開始 40 時間後、汚染領域右側の 3 分の 1 程度の浄化が完了し、実験開始 162 時間後(写真-1)汚染領域の半分の浄化が完了したと判断しノズル 3 からの間欠送液を開始した。その後も実験を進め実験開始 257 時間後(写真-2)浄化が十分だと判断し実験を終了した。図-2 から図-3 は今回の実験と昨年度チーム 2 が行った実験を比較したものである。図-2 を見ると昨年度の実験と

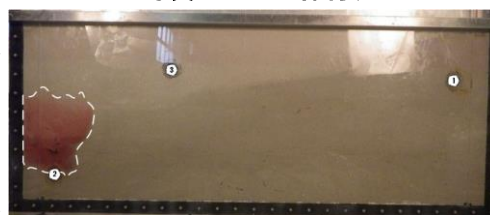


写真-2 257 時間後

比較して、今回の実験は浄化時間が 3 倍になる一方で、図-3 を見ると PV が 3 分の 1 程度という結果になった。この理由として考えられるのは、溶液が流れにくく定常流になるのに時間がかかってしまったことである。一方で定常流の浸透域内の機械油は確実に取れるため界面活性剤の使用量は少ない。よって、界面活性剤の使用量の増加を可能な限り抑え、流れやすい溶液を作ることができれば、良いと考えた。よって次の実験では、ペレテックス 4920 の濃度を半分の 0.5%にして実験を行う。なお、6 章までの実験は今回の実験と同じ条件で実験を進めて行く。

4. ペレソフト 205 (2%)とペレテックス 4920 (0.5%)の混合界面活性剤溶液を用いた大型二次元土槽実験

4.1 実験の概要

前回の実験でペレソフト 205 の濃度が 2%ペレテックス 4920 の濃度が 1%の混合溶液を用いると、溶液の粘性が高く定常流になるのが遅く、浄化に要する時間が長くなることが分かった。そこで今回の実験では、ペレテックス 4920 の濃度を半分にした、ペレソフト 205 の濃度が 2%ペレテックス 4920 の濃度が 0.5%の混合溶液を用いた実験を行い、前回の実験と比較する。

4.2 実験の考察

今回の実験は、定常流ができるまでに 21 時間程度しか要さず、順調に実験を行うことができた。その結果前回の実験と比較すると、浄化時間は 4 分の 1 程度(図-4)になり、界面活性剤の使用量はほぼ同じ(図-5)であった。これは、同一の流し方をした実験の中で総合評価を比較すると最も効率的(図-6)で、良い結果を得られたといえる。この理由は、混合溶液が流れやすくなり、必要最低限の時間に抑えられたことだと考える。しかし、あまりにも時間が短くなっていることから、さらにペレテックス 4920 の濃度を下げるとどうなるのかを検証する必要があると考えられる。そのため、次からの実験では、ペレソフト 205 の濃度を 2%に固定してペレテックス 4920 の濃度を変更する実験を行っていく。

5. ペレソフト 205 の濃度を 2%に固定しペレテックス 4920 の濃度を変更する大型二次元土槽実験

5.1 実験の概要

前回までの実験でペレテックス 4920 の濃度を 1%から 0.5%にすると、浄化に要する時間が 4 分の 1 程度になり、界面活性剤の使用量がほぼ同じと大きな差があることが分かった。しかし、ペレテックス 4920 の濃度をさらに低濃度にした場合、さらに浄化性能が向上する可能性があると考えられる。そこで今回の実験では、ペレソフト 205 の濃度を 2%に固定して、ペレテックス 4920 の濃度を変更する実験を行う。

5.2 実験の考察

図-7 から図-8 はペレソフト 205 の濃度を 2%に固定して、ペレテックス 4920 の濃度を変更した実験の結果をまとめたものである。図-7 を見ると、最も浄化に要する時間が短いのは 0.25%の時であることが分かる。次に図-8 を見ると、最も界面活性剤の使用量が少ないのは 1%であることが分かる。総合評価を比較した

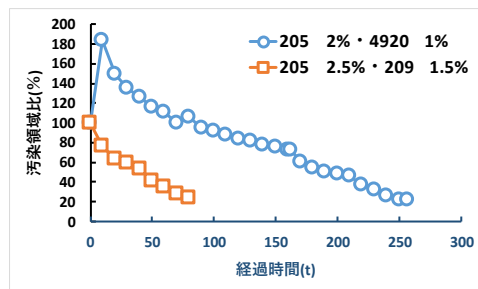


図-2 浄化時間の比較

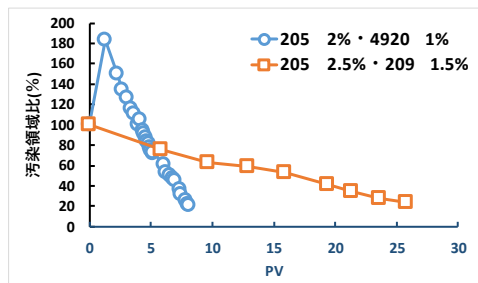


図-3 PVの比較

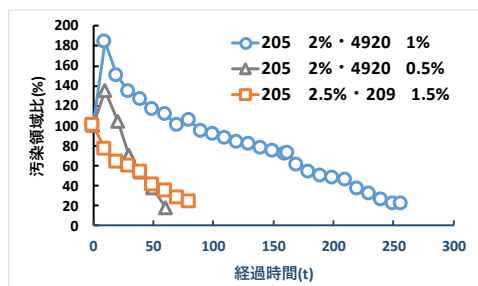


図-4 浄化時間の比較

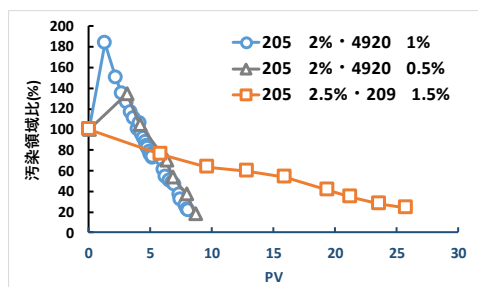


図-5 PVの比較

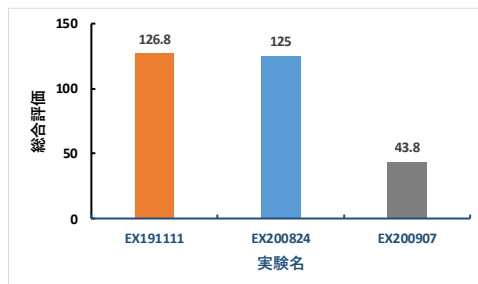


図-6 総合評価の比較

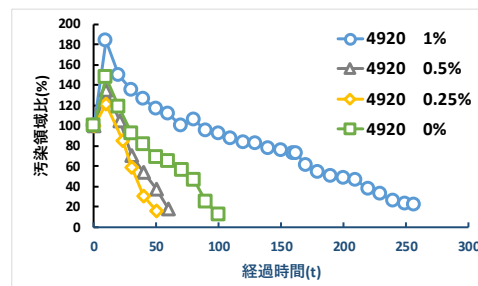


図-7 浄化時間の比較

のが図-9 である。図-9 を見ると 0.5%の時に最も効率が良いことが分かる。今回の実験ではペレソフト 205 の濃度を 2%に固定して実験を行ったので、ペレソフト 205 の濃度を変更したらさらに効率が良い可能性がある。よって、次からの実験では、ペレテックス 4920 の濃度を 0.5%に固定してペレソフト 205 の濃度を変更する実験を行っていく。

6. ペレテックス 4920 の濃度を 0.5%に固定しペレソフト 205 の濃度を変更する大型二次元土槽実験

6.1 実験の概要

前回までの実験でペレテックス 4920 の濃度を 0.5%にすると、効率よく浄化できることが分かった。しかし、前回までの実験ではペレソフト 205 の濃度を 2%に固定して実験を行っていたため、ペレソフト 205 の濃度を変更すればさらに効率が良い可能性がある。そこで今回の実験では、ペレテックス 4920 の濃度を 0.5%に固定して、ペレソフト 205 の濃度を変更する実験を行う。

6.2 実験の考察

図-10 から図-11 はペレテックス 4920 の濃度を 0.5%に固定して、ペレソフト 205 の濃度を変更した実験の結果をまとめたものである。図-10 を見ると、最も浄化に要する時間が短いのは 2.5%の時であることが分かる。次に図-11 を見ると、最も界面活性剤の使用量が少ないのは 3%であることが分かる。総合評価を比較したのが図-12 である。図-12 を見ると 2.5%の時に最も効率が良いことが分かる。よってここまでの実験により、ペレソフト 205 の濃度が 2.5%ペレテックス 4920 の濃度が 0.5%が最適であるといえる。次の実験では、さらにペレテックス 4920 の可能性を追求するために、真空条件での実験を行っていく。

7. 真空条件で混合界面活性剤溶液を用いる大型二次元土槽実験

7.1 実験の概要

前回までの実験では動水勾配流を用いた実験を行ってきた。その結果、ペレソフト 205 とペレテックス 4920 の混合溶液を用いると浄化に要する時間が短くなり、界面活性剤の使用量も少なくなることが分かった。そこで今回の実験では、真空条件で混合溶液を用いた場合、ペレソフト 205 単体を用いた場合²⁾のどちらが効率が良いか、確かめることを目的とする。図-13 は本実験の挙動予想図である。ノズル 1 から混合溶液を圧入速度 35ml/min で圧入していき、溶液が汚染領域の 3 分の 1 程度まで浸透したら、バルブ 3 から水を圧入速度 105ml/min で圧入する。今回用いる混合溶液の濃度はペレソフト 205 の濃度が 2.5%ペレテックス 4920 の濃度が 0.5%、ペレソフト 205 単体の濃度が 3%である。

7.2 実験経過と考察

実験開始 8 時間後(写真-3)汚染領域の 3 分の 1 程度まで溶液が浸透したためバルブ 3 からの圧入を開始した。その後も実験を続け実験開始 50 時間後(写真-4)浄化の進行が見られなくなったので実験を終了した。図-14 と図-15 は今回の実験とペレソフト 205 単体の実験を比較したものである。図-14 から図-15 を見ると、今回の実験の方が時間も界面活性剤の使用量も 2 倍程度を要

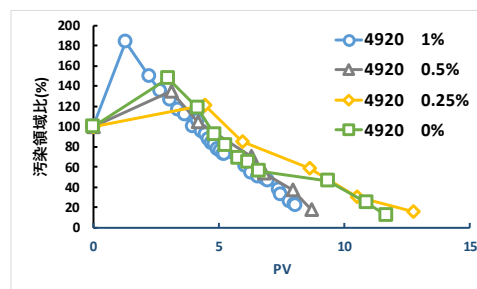


図-8 PV の比較

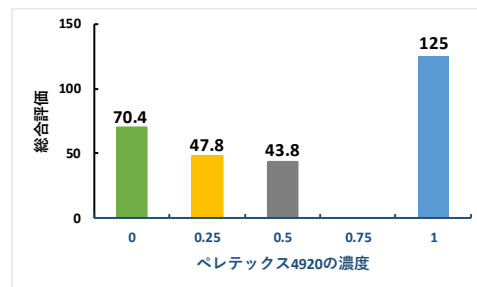


図-9 総合評価の比較

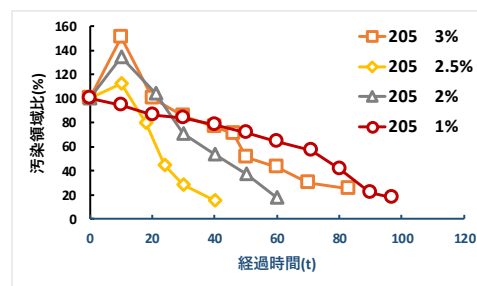


図-10 浄化時間の比較

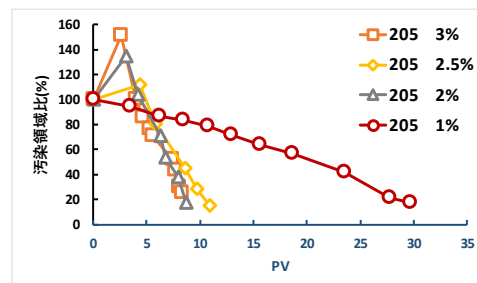


図-11 PV の比較

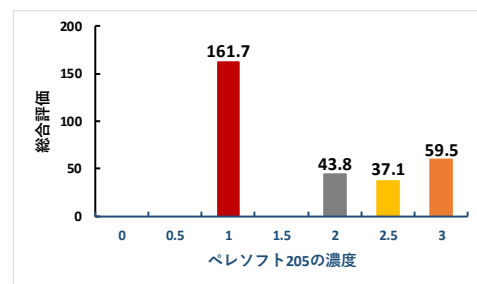


図-12 総合評価の比較

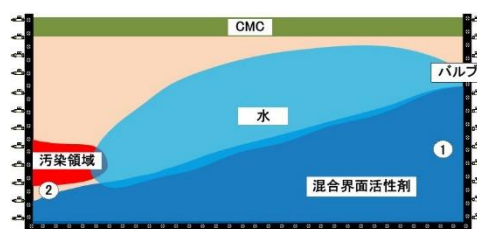


図-13 挙動予想図

しているが、半分も浄化できていないことが分かる。この原因を考えると、配合している界面活性剤の粘性の違いがある。ペレソフト 205 の濃度が 3% の溶液の粘性は $3\text{mPa} \cdot \text{s}$ 程度であるのに対し、ペレテックス 4920 の濃度が 1% の溶液の粘性は $30\text{mPa} \cdot \text{s}$ と大きな差がある。真空条件でこれらの混合溶液を用いた場合、流れやすい粘性の低いペレソフト 205 が先に吸引され、流れにくい粘性の高いペレテックス 4920 が停滞するのではないかと考えた。ここまでの実験は、マクロな現象の考察をしてきたがここからの実験はミクロな現象について考察していく。

8. マイクロ스코ープを用いた浄化現象の観察について

8.1 実験の結果

今年度はペレソフト 205 とペレソフト 209、ペレテックス 4920 の濃度を 3% とした溶液を用いて浄化現象の観察を行った。その結果、ペレソフト 205 を用いた実験では丸い粒のようなローリングアップ(写真-5)が多く確認できることが分かった。またペレテックス 4920 を用いた実験では、ペレソフト 205 よりも大きなローリングアップ(写真-6)が確認された。一方、ペレソフト 209 を用いた実験では、そのような現象は確認されなかった。なお、写真-5、写真-6 は 240 倍で撮影したものである。

8.2 考察

今年度行った実験では、主に 2 つのことが分かった。1 つ目は、HLB 値の大きさによってみられる現象に差があることである。HLB 値の大きいペレソフト 205 は油滴が散らばる乳化なのに対し、HLB 値の小さいペレテックス 4920 は油を溶解したような大きな乳化をすることが分かった。2 つ目は、機械油の浄化メカニズムを解明することは難しいということである。しかし、マイクロ스코ープは医療分野などで応用されているため、さらに高倍率のものをを用いると観察できる可能性があると考えられる。

9. まとめと来年度の実験に向けて

我々チーム 5 は今年度、ペレテックス 4920 の可能性を追求する実験を行ってきた。その結果、ペレソフト 205 とペレテックス 4920 の混合溶液を動水勾配流で用いると浄化に要する時間、界面活性剤の使用量ともに削減することができ効率が良いことが分かった。一方、真空条件で混合溶液を用いると浄化に要する時間、界面活性剤の使用量ともに増加し効率が悪くなることが分かった。この結果より界面活性剤の化学特性である粘性も重要な指標であることが分かった。来年度以降の研究では、更なる効率化を図るためにペレソフト 209 を含めた 3 種類の界面活性剤を配合した実験や、更なる界面活性剤を選定して実験を行ってほしい。また、マイクロ스코ープの実験では浄化メカニズムの解明に至らなかった。しかし、マイクロ스코ープは医療分野などに応用されているので、さらに高倍率のものをを用いたら確認できる可能性があるので来年度以降の研究に期待したい。

参考文献 1)令和元年度大同大学卒業論文 伊藤・小池・横井：動水勾配流を用いた界面活性剤による油汚染地盤の浄化 pp.29~31,2019 2)平成 31 年度大同大学卒業論文 榎原・松下：界面活性剤の浸透制御による油汚染地盤の非掘削浄化 pp.17~18,2018



写真-3 8 時間後



写真-4 50 時間後

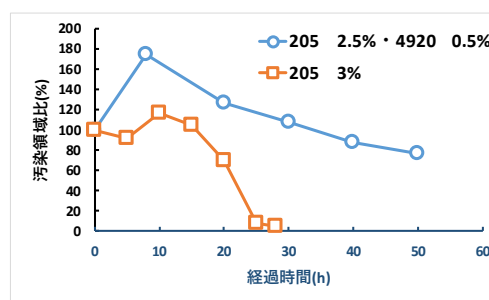


図-14 浄化時間の比較

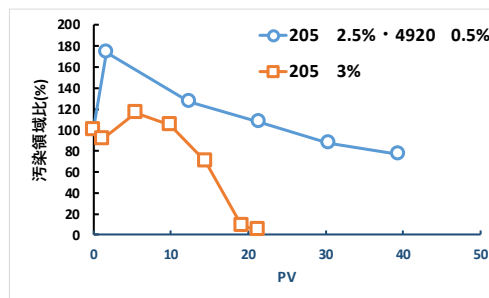


図-15 PV の比較



写真-5 205 のローリングアップ



写真-6 4920 のローリングアップ

矢作川干潮域におけるワンド・クリークの環境と形成

A16323 河内 聖

指導教員 鷺見 哲也

1. 初めに

かつて昭和 40 年代、矢作川河口域にはヨシ原が形成されており、多様な生物が生息・生育する豊かな環境が形成されていた。しかし、砂利採取による河床低下や護岸整備などによりこのような環境が減少した。このために矢作川ではかつての豊かな自然環境を再生するために国土交通省の自然再生事業によりヨシ原の再生を始めた。

2. ヨシとは

ヨシとはイネ科の植物で湖や河川、湿地や海と川の水が混ざる汽水域などに生えている多年草の植物である。背が高く 3～5m にまで成長し、地下茎が成長することによってヨシ原が大きく広がっていく。そんなヨシには水を綺麗にする働き、魚や鳥類の住処、人々の生活への利用と河川環境や生物にとって大切な役割を持っている。

3. 国土交通省自然再生事業の資料調査

矢作川自然再生事業では干潟やヨシ原をかつての豊かな生態系を有していた環境に戻すことを目指している。約 35ha のヨシ原面積、ヨシ原に依存する鳥類やカニ類、オオヨシキリの生息個体数の回復、オオジュリンやアシハラガニ、クロベンケイガニなどの生物の回復を目標としている。

ヨシ原再生事業ではまず地盤高の違いによるヨシ原再生の効果を把握するために二つの地盤高で地盤の切り下げを行ったが、その後のモニタリングの結果を踏まえて地盤の切り下げを T.P.+0.5m 一律にして施工した。施工箇所ではヨシ植えを実施して早期のヨシ定着を促した。

再生事業によって再生したヨシ原の粒度組成は砂分を主体としているが、施工後年数が経過した地点では枯葉やヨシの働きによってシルトや粘土分が多くなっている。さらに有機物含有量を示す強熱減量も同じように変動しているが、施工後の年数に応じて高くなっている。

平成 22 年度施工区では令和 1 年緊急 3 カ月対策によってヤナギ類の樹木伐採が実施された。その後、令和 2 年 5 月にはヨシの生育、分布状況を概略把握するとともに、その生育地盤高を計測し、ヨシが水際部を中心に広く生育していることが確認された。その生育高は T.P.+0.5m～T.P.+0.7m 程度であり、ヨシの好適な地形が維持されていたと推測される。

ヨシ原を利用する生物の中でエビ・カニ類の生育状況は、施工後 10 年目となる 5.4k 地点では経年的に 6 種程度確認されている。施工後 7 年目となる 6.0k 地点でも施工前は 0 種だったが、施工後には最大で 7 種確認された。ここからヨシ原の生物の生息環境は安定していると考えられる。

地盤の切り下げとヨシ植えによって施工後 3～4 年程度でヨシが定着し、ヨシ原が拡大。ヨシが定着するにともない、エビ・カニ類が増加し、オオジュリンなどのヨシに依存する生物の利用が拡大した。しかし中洲の陸域化などの河道地形の変化や施工区の河床浸食が進行したり、地形の安定化が課題となっている。

4. 矢作川現地調査

今回、現地調査を行ったのは矢作川河口から 6.2～6.4k 地点である。ドローン調査を行った際に確認できたワンドとクリークを対象に調査を行った。調査時のワンドの水温は約 20℃、電気伝導度が 72.9 μ S/cm だ



図-1 ヨシ原

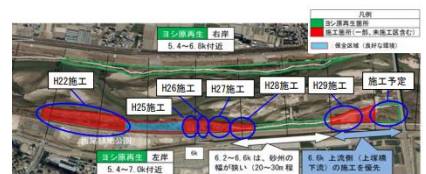


図-2 自然再生事業施工区域

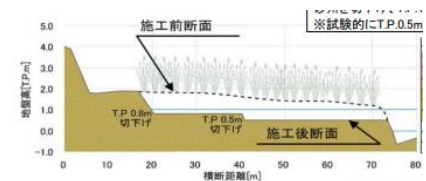


図-3 地盤切り下げの断面図

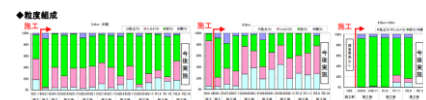


図-4 粒度組成の変化

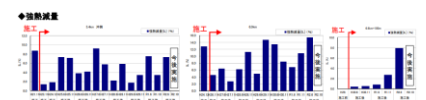


図-5 強熱減量の変化

ったため、このワンドは淡水である。

今回ドローン調査により確認できたワンドはもともと矢作川に形成されていたが、成長し繁茂したヤナギ類によって隠れていたものがヤナギ類の伐採によって確認できるようになったものと考えられる。

ワンド・クリークの調査によって確認できたのは9種類。稚魚は判別が不可能だったため除き、魚類がハゼ科のウキゴリの1種類、甲殻類がクロベンケイガニ、ミナミヌマエビ、ヤマトヌマエビの3種類、底生成物がオオヤマトンボのヤゴ、マルタンヤンマのヤゴ、マシジミの3種類、両生類がウシガエル、爬虫類がスッポンの1種類が確認できた。また、卵塊を発見することもできたが、これは調べても正体は不明だった。

ワンドで確認できたのはウキゴリ、クロベンケイガニ、ミナミヌマエビ、ヤマトヌマエビ、マシジミ、オオヤマトンボのヤゴ、マルタンヤンマのヤゴの6種類であり、これらの特徴から調査を行ったワンドは淡水域であると考えられる。

クリークで確認できたのはウキゴリ、クロベンケイガニ、ミナミヌマエビ、ウシガエル、スッポンの5種類と卵塊であり、これらの特徴から今回調査を行ったクリークは淡水域であると考えられる。

5. iRICによるクリーク形成のシミュレーション

現地ワンド・クリークの形の形成の再現と、中洲周辺が洪水によってどのように地形が変化するかの調査を目的にしてシミュレーションを行った。

植生なし、ヨシなどの植物が生えている状態、ヤナギ類の樹木が生えている状態の3つのパターンについてそれぞれ植生密度(m^{-1})と植生高さ(m)を変化させ、10時間流量を発生させた。今回のシミュレーションはElevation Change(河床の標高変化)に注目した。

結論からすると植生なし、ヨシなどの植物が生えている状態、ヤナギ類の樹木が生えている状態でシミュレーションの結果に違いはなかった。また、中洲の高さを変化させて同じようにシミュレーションを行ったが結果は同様になった。

このことから中洲の地形が発達したとしても、植生が発達したとしても同様のクリーク形成が進むと考えられる。

標高のない中洲に植生が発達した場合、ヨシなどの植物が定着し中洲の周りが削れ、逆に中洲には土砂がたまり中洲が発達していく。水位の干満や洪水によってそれが繰り返されていくうちに中洲はさらに発達して冠水頻度が低くなり、ヤナギ類が定着すると考えられる。

6. 課題

現地調査では今回はたも網を使用して捕獲を試みたが、たも網だけでは取り逃がしている生物がいる可能性も残っている。そのため、罟を使用すれば他にもさまざまな生物が確認できるかもしれないと思われる。また、アクリル製の水槽があれば様々な角度から生物を観察することができるため、より正確な分類ができると思われる。

iRICによるシミュレーション今回は植生密度と植生高さに注目してシミュレーションを行ったため、流量や時間、粒径などを変化させた様々なパターンでシミュレーションをしてその違いについて調べていければよいと考えられる。

7. 参考文献

1)国土交通省：矢作川自然再生検討会資料、

<http://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/kaigi/yahagigawa/benkyou/index.html>



図-6 矢作川ワンド



図-7 矢作川クリーク

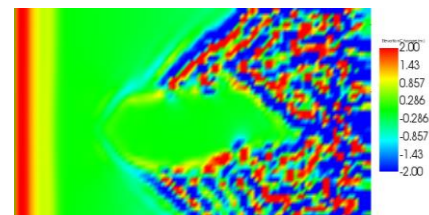


図-8 シミュレーション河床変化

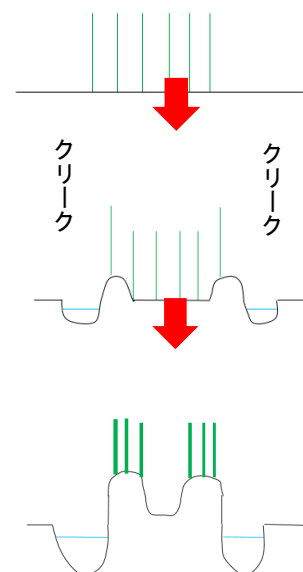


図-9 クリーク形成のイメージ

1. はじめに

干潟とは、河川に流れ込む湾や川の河口部に砂や泥が堆積し、波や潮の満ち引きによってできた平地のことである。干潟は、二枚貝などの生息場になっており、それらを餌とする、魚や鳥の餌場として重要な場所である。

本研究は、矢作川下流域 0.4、0.5、0.6 km 地点の左岸側施工干潟付近を研究対象とする。河床には砂州が形成されているが、砂利採集やダム建設による土砂流入の減少等の理由から、砂州が現れる頻度や面積が大きく減少することとなった。

干潟環境の保全のため、矢作川自然再生検討会において、施工干潟の試験施工が行われている。

2. 調査概要

本研究は、横断測量、粒度分析、シミュレーションを行う。

横断測量は、施工区付近の横断地形の変化を把握するため、行う。また、国交省で行われている横断測量と比較する。

粒度分析は、土砂サンプリング、ふるい分けを行う。過去からの変化をみるとともに、シミュレーションで使用する。

シミュレーションは、iRIC を用い、土砂移動のシミュレーションを行い、施工区とその周辺の地形の変化を予測する。

3. 結果

3-1 横断測量

横断測量で得られた、測量データを右のグラフ(図-2)、国土交通省の横断測量データと比較したグラフ(図-3)を示す。

上流側である 0.6 km 地点の河床高が最も低く、下流側へ順に高くなっている。また、0.6 km 地点は令和 1 年の測量と比べ、岸から 70m 地点の河床が 10~20 cm 程低下がみられる。このことから、施工干潟上流部付近で河床低下、洗堀されていることが分かる。また、3 測線ともに河床高が-1.3m 付近から大きく低下しているため、本川がそこまでであることが分かる。

3-2 粒度分析

ふるい分けの結果から、粒径加積曲線を作成し、特徴的であった、0.4、0.6km 地点を示す。地点 1 から岸側であり、地点 4 が最も沖側である。地点 1、2 は施工区であり、地点 3 は施工区境である。

0.4 km 地点、地点 1 の細かい土砂粒径が多いことから、周辺のヨシの影響により、細かい土砂が堆積している。また、地点 3 で大きい粒径の分布が多く地点 2 からの土砂の流出、混合していることが考えられる。

0.6 km 地点の地点 1、2 と地点 3、4 の粒径の差が少なく施工干潟と本川の土砂が混ざっている。また 0.5 km 地点は、0.6 km 地点と土砂の傾向が似ており、0.6 km 地点と比べると地点 3、4 土砂粒径が大きくなっている。

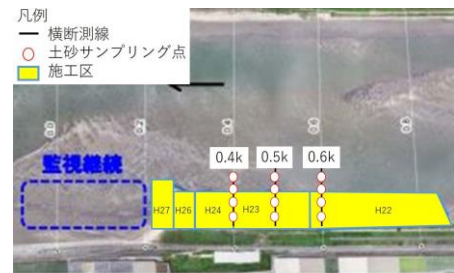


図-1 調査対象地域

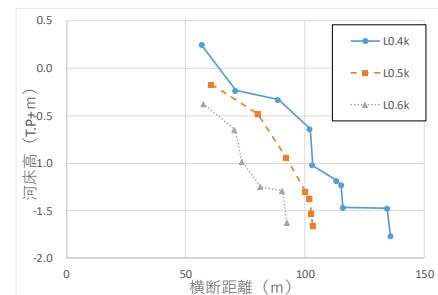


図-2 横断測量の結果

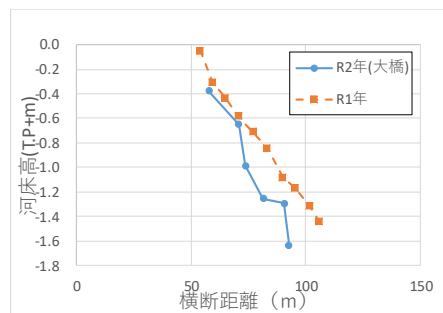


図-3 L0.6k 国土交通省比較

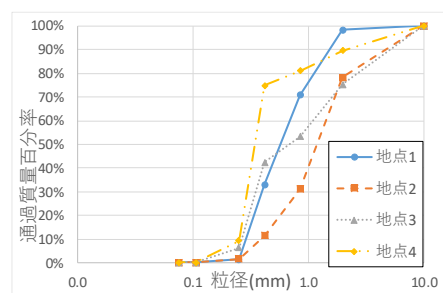


図-4 0.4 km 地点の粒径加積曲線

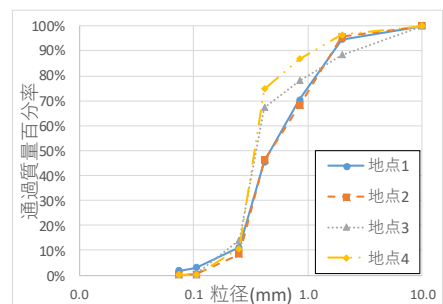


図-5 0.6 km 地点の粒径加積曲線

3-3 シミュレーション

iRIC における河床変動計算を行った。その中で、年最大流量の最大規模の洪水を 1 回、10 回、20 回流し、河床材料には粒度分析で得られた粒径加積曲線を与え、河床変動計算を行った結果を示す。横断面図は、0.6km 地点の横断面図であり、水位、地表高、河床変動、横断距離が示してある。左岸から 115m 付近までが施工断面にあたり、その周辺での変化に注目して見る。

図-6 では、土砂投入が行われた、115m 付近までは洗堀が小さく、115m 付近以降では洗堀が大きいため、最大規模の洪水が 1 度来ただけでは、施工干潟が失われることがない。また図-8 では、左岸側堆積、右岸側洗堀という、砂州の移動が確認でき、0.6 km 付近に砂州が定着していると考えられる。このことから、最大規模の洪水が 20 回来ても、施工干潟自体がなくなるということはないということが分かる。

年最大流量の平均流量を同様の回数流した場合でも、施工干潟が大きく洗堀されることはなかった。

4. 結論

横断測量、ふるい分けの結果を見ると、施工干潟上流部である河口から 0.6 km 付近では、多少の洗堀と土砂の混ざりが確認されるため、将来的な施工干潟の喪失が懸念されていた(図-9)。

現在ある砂州が下流に流されている間は、本川との土砂交換はあるが、施工干潟の洗堀の程度は少なく、過去最大規模の洪水が何度か来た程度では流されて喪失する可能性は低いと iRIC の結果から明らかになった。さらに、上流から流れてくる砂州が定着する可能性も高い(図-10)。将来的に矢作川は、豊かな干潟環境を形成できるため、矢作川自然再生検討会における干潟再生事業は、干潟地形を保全するという観点では、有効である。

5. 課題

横断測量が一番長くても岸から 140m と短いため、さらに長い区間測量を行えるよう効率の良い抜本的な方法を検討する必要がある。また、矢作川では考慮しなければならない浮遊砂を計算が破綻してしまい、考慮できなかった。そのため、浮遊砂も考慮に入れた計算を行う必要がある。

参考文献

- 1) 環境省せとうちネット：干潟とは <https://www.env.go.jp/>
- 2) 国土交通省豊橋河川事務所：矢作川自然再生検討会資料 <http://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/>
- 3) 吹ケ竜也：矢作川河口人工干潟周辺の土砂輸送に関する研究, 大同大学卒業論文, 2014.
- 4) 東陵一郎：矢作川河口人工干潟周辺の地形変化に関する研究大同大学卒業論文, 2014.

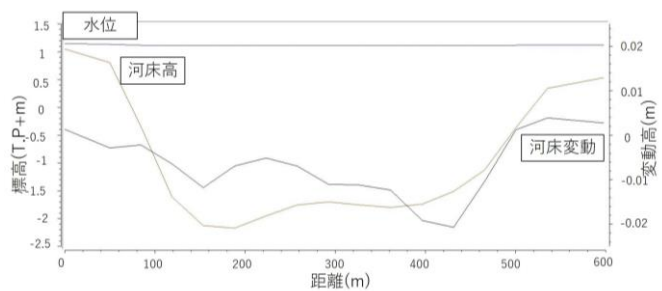


図-6 大規模洪水 1 回混合粒径

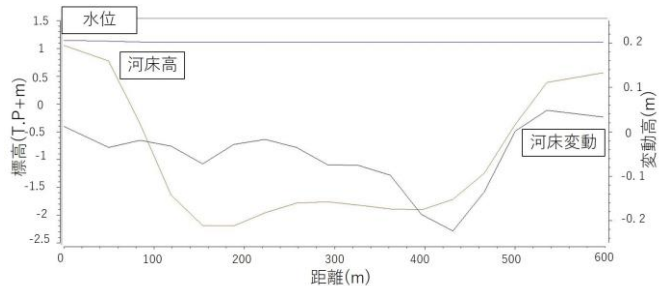


図-7 大規模洪水 10 回混合粒径

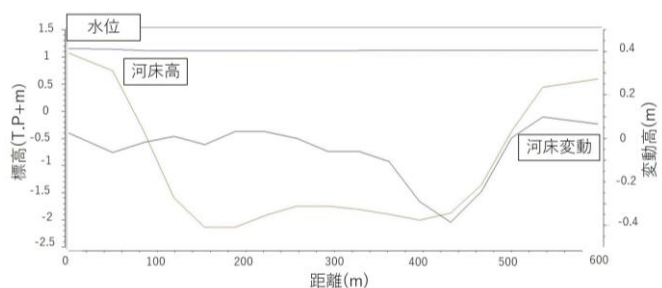


図-8 大規模洪水 20 回混合粒径

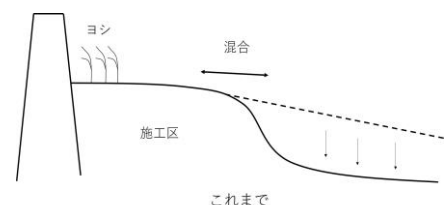


図-9 施工干潟洗堀の研究前の予想

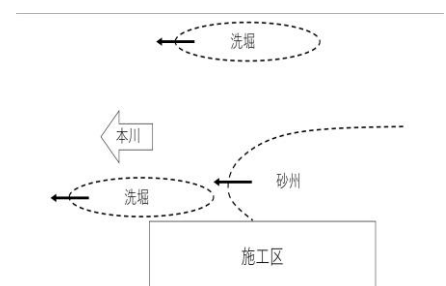


図-10 iRIC で得られた砂州移動

1. はじめに

干潟は水質浄化や生物多様性の維持等の機能を持っており、自然環境の維持において重要な役割を果たしているが、矢作川河口部でも徐々に失われつつあるのが現状であり、近年は国土交通省により干潟の再生事業が行われている。

過去に服部(2012)、吹ケ・東(2014)が調査を行い、国土交通省が人工干潟を施工した場所(河口から0.6k付近)よりもさらに下流である-1.6kから-1.8k付近の左岸(図-1)を調査対象とする。現在この場所は左岸と河川の中央付近にある砂州の間が窪地となっており、将来この窪地を埋めるように土砂を投入して人工干潟を造成することが計画されている。¹⁾

2. 調査方法

国土交通省が行っている矢作川干潟再生事業による人工干潟施工予定地のうち、詳しい調査が行われていない河口部において調査(横断測量、土砂サンプリング・粒度分析、シミュレーション)を行う。横断測量では、図-1の三測線で横断測量を行い、得られた結果を国土交通省の測量データと比較して地形の変化から土砂がどのように動いているのかを推測する。粒度分析では各測線の左岸、窪地、砂州の3点で河床表面の土砂をサンプリングしてふるい分けを行い、代表粒径 D_{60} と細砂分(0.106 mm未満の粒径の土砂)の割合、粒径加積曲線から土砂の分布状況を求める。シミュレーションでは3つのケースでの河床変動をiRICソフトウェアで可視化し、新たに河口部での施工が計画されている人工干潟は流出せずに機能するかどうかを推測した。

3. 調査結果

3-1 横断測量

図-2 ではいずれの年も同じような地形を捉えていることから、地形変化は小さいことが確認できる。図-3 では上流部で人工干潟の施工が行われていたH22からH28で激しい堆積が見られたが、それ以降はかなりの流出が見られることから、上流部での人工的な土砂供給が無くなってからは河口部の土砂が流出していることが確認できる。そのため、横断測量の結果からは計画通りに人工干潟の施工を行ったとしても定期的に土砂を投入しなければ人工干潟は徐々に流出してしまうのではないかと推測した。

3-2 土砂の粒度分析

河川の中を実際に歩いた時、窪地が砂州、左岸と比べて特に歩きにくかった経験から、窪地の土砂は左岸、砂州よりも小さい粒径の土砂の割合が多いのではないかと予想していたが、図-4 の粒径加積曲線では窪地の方が比較的大きな粒



図-1 本研究の調査箇所

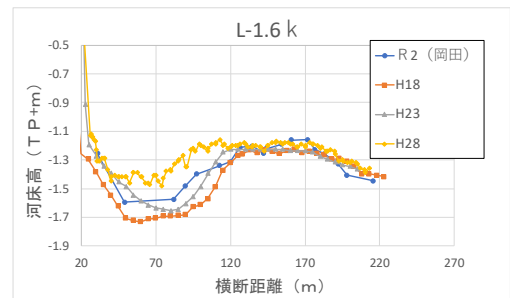


図-2 L-1.6k 測量データ比較

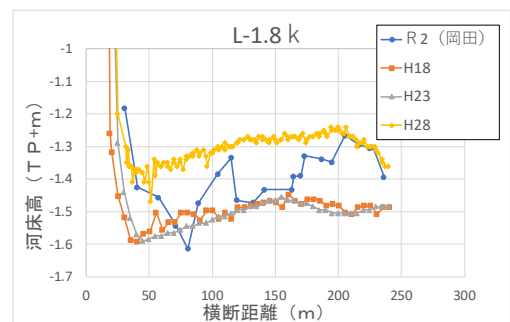


図-3 L-1.8k 測量データ比較

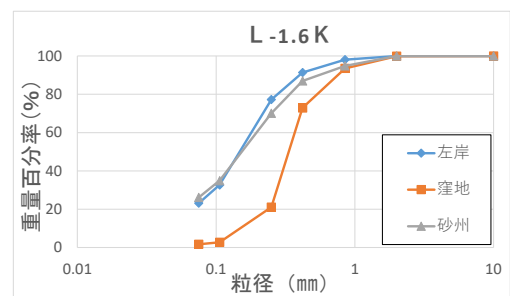


図-4 L-1.6k 粒径加積曲線

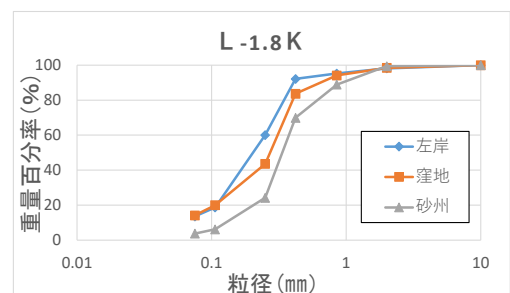


図-5 L-1.8k 粒径加積曲線

径の土砂を多く含んでいるという結果が得られた。一方で図-5 では窪地ではなく砂州の粒径が最も大きいという結果が得られた。L-1.8k では横断測定の結果でも L-1.6k とは違う傾向が見られることから、自然砂州は単に流出しているのではなく河口部に向かって延びてきているため、自然砂州の下端に最も近い測線である L-1.8k では土砂の動きが不安定であり、粒度分布も他の測線より大きく異なっているのではないかと推測する。

L-1.6k と L-1.7k では代表粒径 D60 (図-6) も窪地が最も大きく、細砂分の割合 (図-7) も窪地が最も少ないという結果が得られたことから、左岸と砂州の河床表面には上流部から流出してきた細かい土砂が堆積している一方で窪地では堆積せずに流出のみしているため窪地の河床表面では細かい粒径の土砂が少ないのではないかと推測する。そのため、土砂サンプリングの際に表面の土砂だけでなく深い場所でも土砂を採取することができれば予想していた結果に近くなるのではないかと考える。

3-3 シミュレーション

図-8 は国土交通省の地形データをそのまま使い、粒度は 0.3 mm を全体で設定して 2011 年 9 月の極めて大きい洪水を 10 回繰り返してシミュレーションを行ったものであり、図-9 は同じ洪水を使い、干潟再生の計画書通り -0.6k から -2.0k の左岸側に人工干潟が施工されたことを想定し地形を編集し、その場所には人工的な土砂の投入を想定して大きめの粒度分布 (0.6 mm) を与えて計算を行った結果である。河川中央部にある砂州には土砂が堆積しており、砂州の上端では大きな流出が見られるという現象はいずれのケースでも共通して確認することができる。図-8 では左岸でも流出と堆積を確認することができる一方で、架空の人工干潟を設定した左岸ではほとんど河床変動が見られなかった。また、砂州でこのような現象が見られることから、砂州は河口部に向かって移動しながら延びていると推測する。図-9 と同じケースで、年最大雨量の平均値に最も近かった 2006 年 7 月の洪水のパターン (図-10) との比較からは、洪水が大きいほど流出だけでなく自然砂州での堆積も大きくなることが分かった。

4. まとめ

既に存在している河川中央部の自然砂州は河口部に向かって移動しているものの、延びて広がっている傾向が見られ、また、シミュレーションでは架空の人工干潟でほとんど河床変動が見られないことから、流出して無くなることは無いと推測でき、計画通り窪地を埋めるように粒径 0.6 mm 以上の土砂で人工干潟を施工すれば、干潟として十分に機能すると考える。

参考文献

1) 国土交通省：矢作川自然再生検討会 <http://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/kaigi/yahagigawa/benkyou>

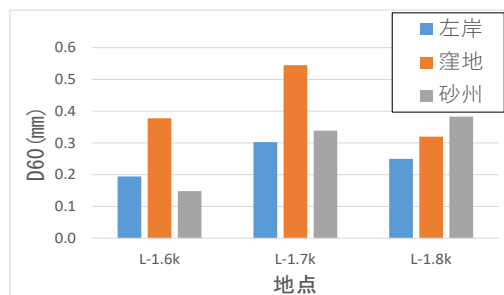


図-6 代表粒径比較

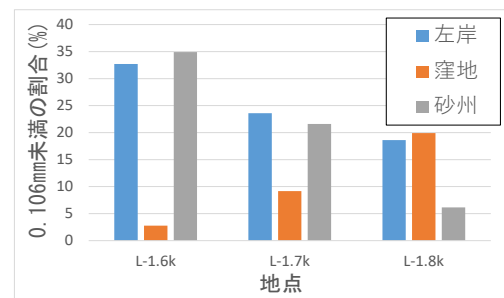


図-7 細砂分の割合比較

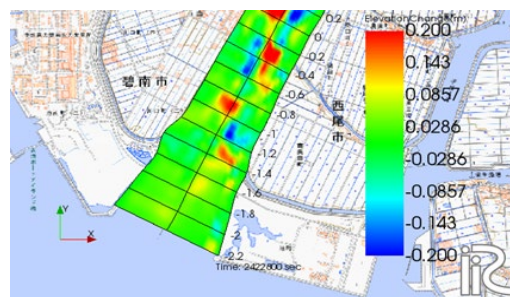


図-8 大きな流量の時の河床変動

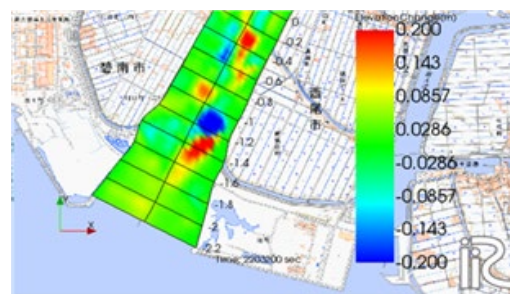


図-9 図-8 に人工干潟を設定したケース

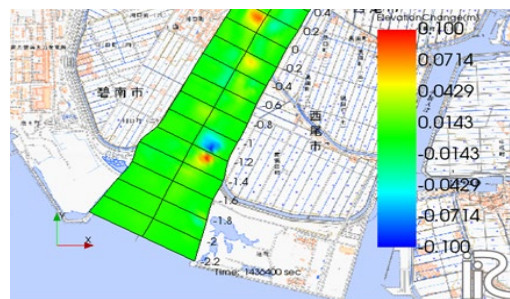


図-10 平均的な流量での河床変動

砂防ダムの滝落ちにおける滝壺の形状に関する実験的研究

A17341 西 達也

指導教員 鷺見 哲也

1. 背景と目的

日本国内の河川には、堰堤・取水口など河川横断工作物が多数設置されてきた。河川横断工作物は回遊性の河川生物の移動を阻害することが明らかとされてきたが、工作物設置に伴う河川や河畔域の環境変化が河川の生物に及ぼす影響について検証例が乏しい。多くの山地河川では人為的変化が進み、治山ダムや砂防ダムなどが多数設置されてきた。滝壺の有無が、日射の影響を抑えて水温の安定化に繋がる。

小鹿（2019）の研究¹⁾では、上流側と側面に壁を設けた状態で滝落ちをすると水の流れが一方方向となり、珪砂が下流に流され滝壺の形状が維持されたことが分かり、一方方向性の有無が影響することが定性的に判明した所までであり、屋外実験の改良（一方方向性、流量の継続時間の確保）、粒径（サイズ、混合粒径）、滝落ち落差、模型と現地の対応関係（模型比率と現象の解釈）などの課題が残された。

そこで本研究では、実験装置のスケールや条件を変えても滝壺が形成されるかを調べる。滝壺形成の条件と滝壺全体の循環など他の研究との関係性も求める。

2. 現地調査と結果

実験データと比較するため、8月4日と9月18日に岡崎市にあるくらがり溪谷の布滝の滝壺の縦断地形を測量した。布滝は、落差 6m、滝壺の広さ約 300～350m²、流量は、滝落ち上流部台形断面の限界水深より、0.343m³/s（8/4）、0.288m³/s（9/18）である。地形調査と河床粒径調査を行った。

測量方法は、実際に滝壺に入り、水深を下流から 1m 間隔で滝落ち部まで測量した。同様に、水深を測ったポイントの粒径も写真で撮る。

測量結果は表-1 となり、縦断図は図-2 のようになった。写真解析より、滝壺の傾斜の粒径分布が図-3 のようになった。水深は滝落ち部付近が最も深くなっており、下流に向かって緩やかに浅くなっていることがわかった。この緩やかな勾配を角度で表すと約 8°であることがわかった。粒径も水深が浅くなるにつれて、小さくなっていることがわかった。

3. 屋内実験と結果

屋内実験は、小鹿の残した実験装置を使う。実験装置は、上流側と側面に壁を設け珪砂を敷き、タンクに水を入れ、ポンプで汲み上げ、滝落ち装置に送り、滝落ちを行う。実験装置で水を循環させながら実験を行う。

実験方法は、滝落ちの高さ（30cm、90cm、



図-1 布滝

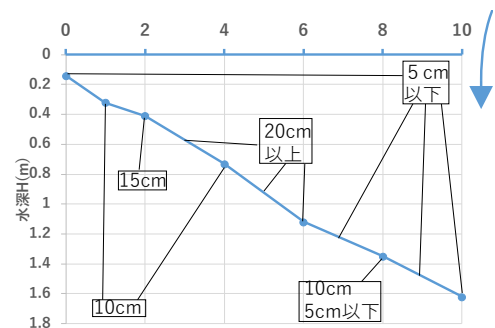


図-2 測量縦断面図と粒径



図-3 実験装置

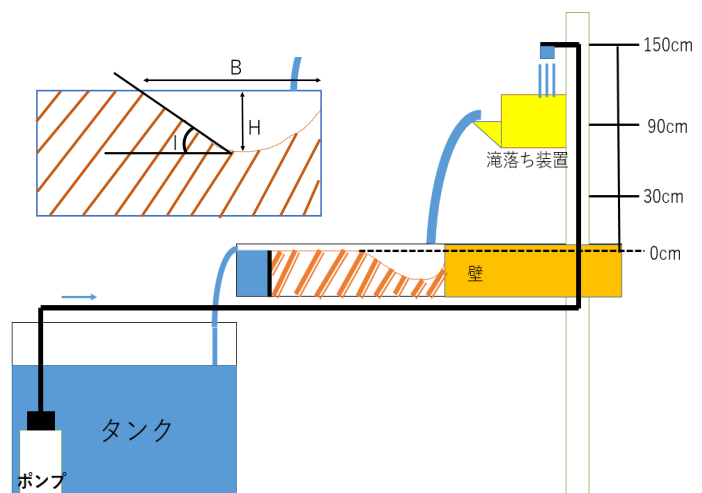


図-4 実験装置のイメージ図

150cm)、珪砂の粒径（1cm、0.3mm）、流量（大、小）を変えて形成した滝壺の形状を測定する。測定項目は、H（深さ）、B（幅）、I（勾配）、A（面積）を測定する。粒径 1cm で形成される滝壺は、形状が安定するまで流し続ける。

粒径 0.3mm は珪砂が小さいため、時間的制限を決め、実験を行った。滝壺の形状が安定するまで流した場合、敷き詰められた珪砂がすべて流されると考えたからである。よって、粒径 1cm の実験条件と違うため、含めないものとする。

測定結果は表-2 となり、勾配に注目したグラフは図-6 になり、深さに注目したグラフは図-7 になる。図-6 より、流量が大きくなった場合、形成される滝壺の勾配は小さくなることがわかった。これは、流量が大きくなったことで巻き込む珪砂の量が多くなったことで掘れる量が増え、滝壺の傾斜が緩やかになったと考えられる。粒径 1cm 高さ 30cm 流量大の時は、滝落ちの水が縮流せず、まとまって落ちているため、珪砂を掘れる量が他の条件と比べると大きいことから、この関係性に含まれなかったと考えられる。図-7 より、流量が大きくなった場合、形成される滝壺の深さは大きくなることがわかった。これは、流量が大きくなったことで掘れる珪砂の量が増えたことと、滝落ちの高さによって水の縮流が起きてしまうが、流量が大きいと、縮流した粒も流量が大きい状態で落ちてくるため、より深くまで掘ることが出来るからだと考えられる。図-8 は、高さ 90cm の滝落ちの様子であり、流量の違いで掘れる量が変わる上、流量が大きいほうは大きな渦を発生させている。これにより、滝落ちの水が掘った珪砂を巻き込み遠くに運んでいると考えられる。

今回の実験では、滝落ちの高さによって水の縮流が発生している。縮流すると珪砂を掘るための力が弱くなり、ばらばらで落ちてくるため、水深が深く、急勾配の滝壺を形成することが出来ないことがわかった。これは現地調査で形成された滝壺の形状と似ていることがわかった。

4. 結論

現地調査では、水中安息勾配の範囲で滝壺が形成されていて、この勾配によって珪砂の粒径にばらつきがあることがわかった。滝落ち部での珪砂の巻き込みが深く関係すると考えられる。

屋内実験では、流量を大きくすれば、掘れる量も増え、滝壺の深さが深くなり、勾配は緩くなることがわかった。落差を高くすれば、掘れる量が減り、滝壺の深さは浅くなり、勾配も緩くなるが、流量小さいと珪砂面まで水が到達せず、掘ることが難しいことがわかった。粒径 0.3mm は非常に小さく、本実験に適さないことがわかった。滝落ちの高さが滝壺形成に必要な流量を変化させている。これは水の縮流化が滝壺の形状に関係してことがわかった。

5. 今後の課題

課題としては、①粒径（サイズ、混合粒径）の検討、②滝落ちの水の縮流との関係、③屋内実験装置の改良（滝落ちの水のばらつき）、④現地と屋内実験の対応関係（現象の解釈）、が挙げられる。

参考文献

- 1) 小鹿友聖：砂防ダムの滝落ちにおける滝壺の形状に関する実験的研究, 大同大学卒業論文 2019.

表-1 測定結果

d [cm]	Q [L/s]	h [cm]	H [cm]	B [cm]	I [-]	A [cm ²]	WPP [cm]
1.0	1.237	30	3.2	12.4	22.05	23.665	—
1.0	2.403	30	6.8	26.8	30.161	112.94	—
1.0	1.145	90	2.0	15.9	13.392	20.4	40
1.0	2.310	90	4.8	32	11.939	95.82	80
1.0	1.008	150	1.6	19.4	13.24	16.0	20
1.0	2.130	150	3.2	38	12.529	89.46	60

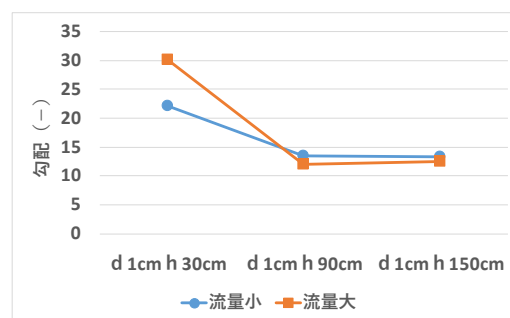


図-5 勾配の結果

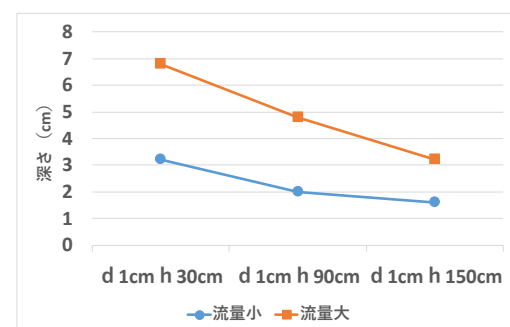
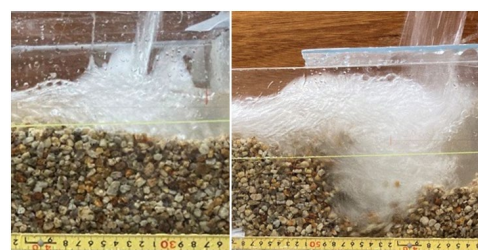


図-6 深さの結果



流量小 流量大

図-7 流量の違い

滝壺の空気巻き込みによる温度変化に関する研究

A17347 平野 壱弥

指導教員 鷲見 哲也

1. 背景と目的

近年、地球温暖化による環境への影響が発生している。IPCC 第5次評価報告書(2014)によると、2100年の平均気温は、最大4.8℃上昇すると発表した。

滝の付近では、涼しい事は分かっているがどのような過程で涼しくなっているのかは把握できていない。冷やされる要因として3つが考えられる。

本研究では、滝壺の中で、水粒が空気を巻き込んで水面に落下し、その水が蒸発することで空気に与える影響(図-1)について調べ、滝の環境を工学的に作れるのかを検討していく。

2. 現地調査と結果

現地調査は岡崎市石原町牧原日影にあるくらがり溪谷の布瀧(写真-1)にて気温変化の測定を行った。布瀧は落差約6m、滝壺のサイズが約110m³の滝である¹⁾。

調査は気温、相対湿度、滝落ち部の空気を巻き込んだ後の気温の測定を行った。

測定した結果、調査日の8月4日、8月18日、9月18日の布瀧付近の気温は32.3℃、34℃、31.4℃であった。測定した布瀧の下流の気温はそれぞれ、25.6℃、30.8℃、23.4℃だった。調査日の布瀧の下流の気温が布瀧周辺の気温より低下していることが分かった。これにより実際の滝でも巻き込まれた空気の蒸発によって気温の低下が発生している可能性が高いと考えられる。

3. 屋内実験と結果

2020年9月に高さ3.1mの実験装置を用いて滝落ち部の形状を変化させた時の空気の動きを観測するための実験を実施した。この実験では空気の巻き込み部分を動画として記録(写真-2)を行った。流量を0.53L/s、1.01L/s、1.35L/sの3パターンで実験を行った。

結果、流量が小さい範囲では気泡の体積に対して、変化はなかったが、流量が1L/sを超えると、体積は大きくなった。

4. 屋外実験と結果

2020年9月に高さ4mの実験装置を用いて滝壺内の空気の巻き込みによる気温低下の実験を実施した。

また、高さを変えたことで空気の巻き込み方が変わるのかを屋内実験と同様に動画として記録(写真-2)を行った。

表-1より、蒸発による潜熱が奪われて冷却されたのは明確である。また、写真で気泡の深位を確認したところ、滝落ち部の位置が高くなると、気泡の体積は大きくなると考える。

5. レーザー実験と結果

滝壺内の空気の動きを観測するため、レーザー照射による

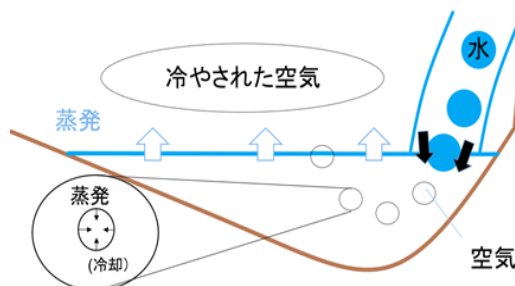


図-1 研究箇所のイメージ図(拡大図)

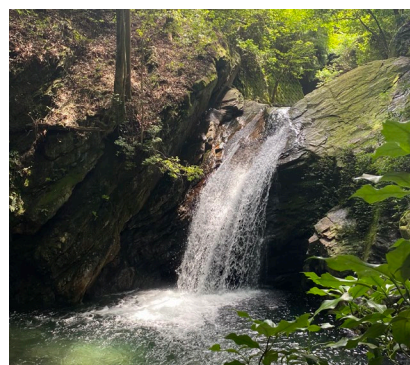


写真-1 布瀧

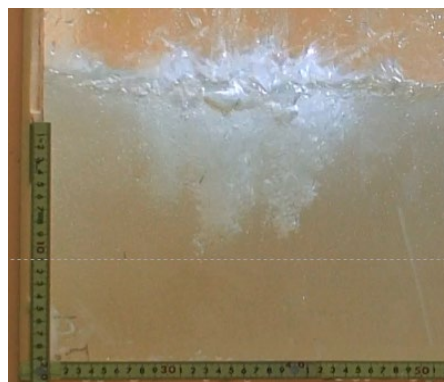


写真-2 水槽の側面部

表-1 屋外実験結果

9月16日				
種類	時刻	温度 [°C]	相対湿度 [%]	
全体実験前	13:56	28.4	58.1	
6分割細い(標準)	時刻	温度 [°C]	相対湿度 [%]	気温差 [°C]
実験前	14:20	28.4	56.9	0.20
1回目	14:25	28.3	76.1	
2回目	14:25	28.2	80.0	
3回目	14:26	28.1	81.2	
6分割太い	時刻	温度 [°C]	相対湿度 [%]	気温差 [°C]
実験前	14:31	28.0	65.7	0.50
1回目	14:33	27.5	81.5	
2回目	14:33	27.5	84.4	
4分割細い	時刻	温度 [°C]	相対湿度 [%]	気温差 [°C]
実験前	14:38	28.1	62.2	1.06
1回目	14:40	27.0	81.7	
2回目	14:40	27.0	84.8	
3回目	14:41	27.1	85.1	
平ら	時刻	温度 [°C]	相対湿度 [%]	気温差 [°C]
実験前	14:46	28.2	60.3	0.65
1回目	14:48	27.6	86.9	
2回目	14:48	27.5	89.3	

粒子の可視化の実験を図-3 の装置を用いて実施した。落とす条件を高さ、位置、形状の3つを設定した。高さは落下中に流れが粒子化しない（粒前の52 cm）、粒子化してから落ちる（粒後の98 cm）、それらの中間（73 cm）の3種類に分けた。位置は図-3 のように滝を落とす位置については壁のない場所を α 、壁のある場所を β の2種類、形状は平らと五分割の2種類の計12ケースで実験を行う。

可視化した粒子を動画として記録し、ソフトウェアで、その動きや滞留時間（図-2）、バブルの体積の解析を行った。

解析結果より、大きい気泡と小さい気泡で水中から浮上するまでの軌道が違い、滞留時間・大きいバブル（0.1s～0.69s）、小さいバブル（0.38s～2.56s）となった。

また、大きい気泡が浮上することで下流側の水の流れが反時計回りになることも解析結果より確認することが出来た。

6. レーザー実験の再現実験と結果

2020年10月に写真-3のレーザー照射による粒子の可視化の実験では実験中の気温と水温の計測を行っていなかったため、今回再現実験にて外気温を27℃前後の環境を作り、水温の値と気温の値の計測を行った。

形状が平らの場合（表-2）、高さが変わっても気温差には影響しないことが分かった。水温差は全体を通しては0.8℃あるが短時間での差はあまりなかった。

形状が五分割の場合（表-2）、五分割の気温差は平らよりも大きかった。水温差は平らと同様に短時間での差はなかった。

また、気温変化と水温変化の関係は気温が約1℃低下すると水温が約0.1℃低下しているのではないかと考えられる。

7. まとめと課題

現地調査により滝の周辺環境で温度低下していることが確認でき、レーザー実験の結果より滝落ち部の形状によって空気の巻き込み量や滞留時間が大きく変わり、気温の低下を確認できた。これにより滝落ち部を分割して粒子化する高さから落とせば温度低下が起こりやすいと評価できる。

今後の課題として、現地調査では気温と水温を同時に比較し、温度低下の要因として飽差と流量について調査する。

屋内実験と屋外実験では滝落ち部の形状と水槽のサイズ変更などの落とす条件を変える必要がある。

レーザー実験では今回のデータの正誤確認と今回のデータだけでなく同じケースで分割数を分けてデータを取る。

レーザー実験の再現実験で分割数を細かく設定しデータを多く集める。

滝周辺の全体としては蒸発による潜熱が奪われて冷却されるのは確認でき、気温と水温では気温の方が低下していた。よって滝壺のような涼しい環境を作ることは可能であると考えられる。

参考文献

1) 吉越桐馬：滝壺内の空気巻き込みによって発生する水温変化に関する実験的研究、大同大学卒業論文, 2019.

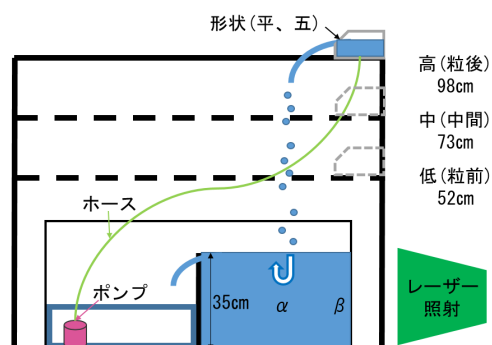


図-2 レーザー実験装置

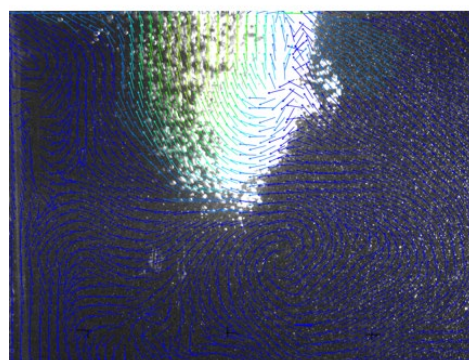
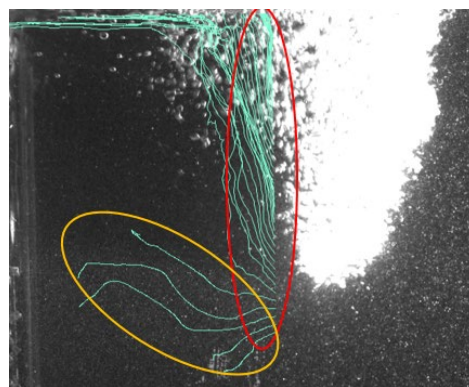


図-3 レーザー実験の解析結果例

表-2 レーザー実験の再現実験計測結果

	気温差[℃]	水温差[℃]
平 高 α	0.8	0.1
平 高 β	0.8	0
平 中 α	0.9	0.1
平 中 β	0.9	0
平 低 α	1.1	0
平 低 β	1.1	0
	気温差[℃]	水温差[℃]
五 高 α	1.7	0.2
五 高 β	1.3	0
五 中 α	1.1	0.1
五 中 β	1.5	0
五 低 α	1.4	0
五 低 β	1.5	0

1. 背景と目的

滝壺周辺では涼しいと感じることが出来るがそのような環境でどのような現象が起きて保たれているかわかっていない。

鷲見研究室では滝落ちにより冷やされた空気が風により運ばれ循環しているのではないかと考える。そこで、その要因を図-1の4つに分け考える。

本研究ではそのうち①→④の空気循環を扱い、その中でも①水が滝落ちする際に下向きに空気を運ぶ風が起きていると考え、その影響に着目する。

滝落ちにより風が起きる要因として、列車の走行時に起きる、①列車の走行に伴い発生した圧力差による風の列車風と呼ばれる風¹⁾と、②水粒子一つ一つに焦点を当て、落下時に水粒子が空気に与える抗力の作用による風²⁾、2つに似た現象があると考え。これらを踏まえ現地調査、屋内実験にて研究を進めた。

2. 現地調査

現地調査は実際の滝壺周辺環境で起きている現象、風の動きを調べることを目的とし、8月4日と9月18日に行った。

調査場所は岡崎市にある落差約6m、滝壺のサイズ約240m³、横幅20m、奥行き15mの布滝である。

調査内容としては滝壺周りの空気の動きの可視化を目的とし、滝の越流部より発煙筒を用いて煙を焚き、複数の撮影地点から撮影を行った。その後、持ち帰った映像をFlow Expert2D2Cを用いて煙の動きを解析した。この解析結果を踏まえ、実際の映像を見て滝落ち周りで起きている現象を図-2に示し考察する。

青枠で囲われた辺りで煙が薄くなっていることから空気の引き込みが起きていると考えられる。この空気の引き込みが起きていると考えられる地点からまとまって落下していた水が一つ一つの粒のように分散しているように見える。

このことから滝落ち周りの空気の動きには水が粒状に変化するこの点が重要なのではないかと考え研究を進めた。また、鷲見研究室ではこの水が粒状に変化する点をWPP(Water Particleing Point)と名付けた。

3. 屋内実験

屋内実験では現地での情報をもとに滝落ち周りの空気の動きを風速の観点から研究するために屋内での滝落ち実験を行った。

屋内で実験を行うために、図-3のような実験装置を作成した。この装置は落差2.5mの滝落ち装置で、平野(2020)の実験で使った①とポンプを入れた②の二つのタンクにて水を循環できるようにした。また、実際の滝壺にて滝の背面と側面にある壁が風を引き起こすのに重要なのではないかと考え、アングルを組み発泡板とビニールシートを用いて開閉可能な壁を取り付けた。

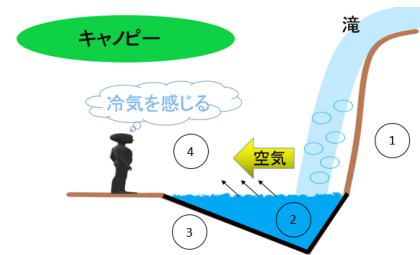


図-1 滝壺周辺イメージ図



図-2 滝落ち周りで起きている現象

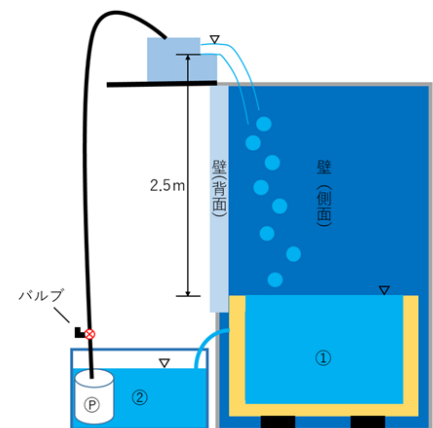


図-3 実験装置

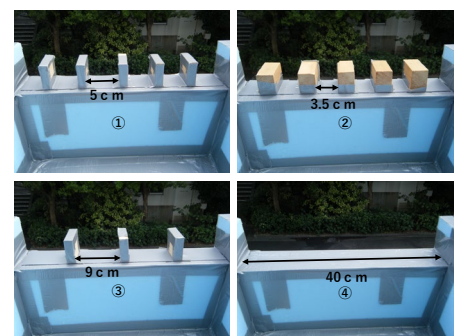


図-4 4パターンの越流部形状

続いて、越流部を作成した。越流部には縦 36cm、横 53cm、深さ 17cm のケースに発泡スチロールとクラフトシートで加工したものを使用し、落とし口幅 40cm とした。

WPP を作り出すために、図-4 のような①～③の木製の凸部を作成し、幅 40cm の越流部に取り付けた。これにより①～③と④凸部なしの 4 ケースと各ケース側面の壁の開閉による 8 ケースの実験を可能とした。この装置を使用し、以下の二つの実験を行った。

まず、滝落ちする水の撮影である。この実験では、側面を閉めた状態で①～④のケースで水を落下させ、写真と映像を撮影し、その映像を現地調査と同様に解析した後、csv ファイルに変換したデータをグラフ化し水の落下速度を求めた (図-5)。

撮影した写真から分かることとして①→③の順に WPP の位置が下がった。このことから越流部の分割幅の違いにより限界水深が変わることが影響していると考えられる。

また、図-5 からは、上部はカメラアングルにより小さく出ているが、下の方では自由落下と平均値のグラフが近く、水の落下はほぼ自由落下に近いことが分かると同時に、平均値グラフがやや左にきていることからわずかに空気抵抗を受けていると考えられる。どのケースも空気抵抗に変わりがないことから水の落下速度と WPP の違いに関係性はないと考える。

続いて風速の計測を 8 ケース行った。熱線式風速計にて計測したデータを図-6 に示し、枠内のデータをグラフ化した (図-7)。

壁の有無それぞれのグラフから②のケースは分布が似ているがその他のケースは壁のある方が比較的似た分布をしている。このことから閉鎖的な空間の方が全体の循環も含め空気の流れが安定すると考えられる。

この二つの実験から、滝落ちする水は分割の仕方により二種類の風の発生方法があると考えられ、ケース①、③の限界水深が低い時には抗力が作用し水粒の後方に渦ができることで発生する風で、ケース②の限界水深が高い時には列車風のような現象が起きているのではないかと結論に至った。

また、ケース①、③とケース②では水の落下速度に大きく違いは見えないことから、水の落下速度によらず水の落ち方により風速が変わってくるという結論に至った。

4. 今後の課題

現地調査の課題として、滝落ち周りの風速の計測、撮影方法の見直しの二点を挙げる。

実験の課題として、流量変更をした各ケースの風速の計測、測定器具 (風速計)、測定方法の見直し、越流部形状の改良、滝落ち高さのスケールアップ (屋外実験) などの方法的な課題を挙げる。

今後解明すべき課題として、①抗力・空気の引き込み量・風の加速量、といった風を起こす力学的な諸量の計測方法と理論構築 (シミュレーション)、②滝周辺全体の流動との関係性の解明、の二つを挙げる。

参考文献

- 1) 菊池勝浩・梶山博司・遠藤広晴：列車走行に伴う風，日本風工学会誌，第 37 巻第 3 号，2012。
- 2) 技術開発に役立つ流体の力学，<http://fkojima.web.fc2.com>

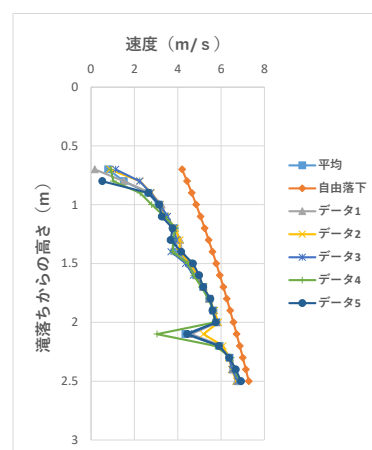


図-5 水の落下速度 (ケース②)

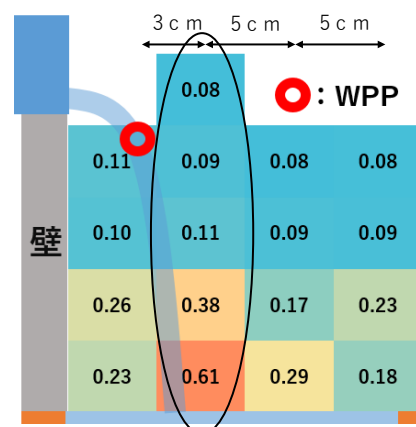
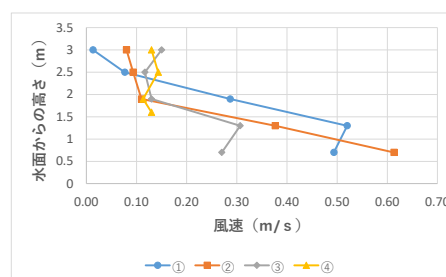
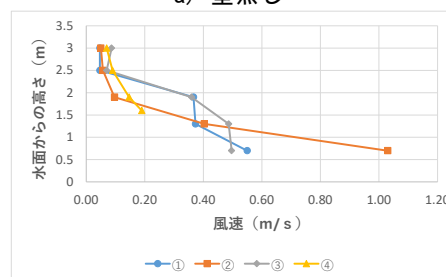


図-6 風速データ (②壁無し)



a) 壁無し



b) 壁有り

図-7 風速グラフ

1. 背景・目的

気温が高くなる夏場に人々は冷涼空間を求めるが、屋外に快適な環境を作るにあたり注目したのが滝壺の周辺環境である。滝壺周辺の空気が冷やされる要因は4つあると考える(図-1)。

本研究では、滝と周辺のキャノピー(樹冠)との空間を滝落ちによって発生する風が周りの空気を循環させる影響について調べ、周辺空気を可視化することでどのように循環しているかを確認した。また気温の変化についても確認を行う。

滝落ちの水が粒子化する地点をWPP(Water Particleing Point)と定め、このWPPの位置と周辺空気の循環に関する研究を行う。

2. 滝壺周辺の空気の動き・流れの可視化(現地調査)

現地調査は岡崎市石原町牧原日影にあるくらがり溪谷の布瀧(写真-1)に滝壺周辺の空気の可視化と風速の測定を行った。布瀧は落差6m、滝壺サイズが幅20m、奥行き15m、体積約240m³の滝である。

現地の測定日は8月4日と9月18日で、8月4日の流量が0.343m³/s、9月18日の流量が0.288m³/sであった。発煙筒を用いた滝周辺の空気の可視化の実験を2回行いカメラで記録した。記録した動画をFlow Expert 2D2Cで解析し平均ベクトルで比較した(図-2)。結果として流量の多い一回目よりも流量の少ない二回目の方が、水面に当たって水平方向に流れる区間が長いことが画像解析によって分かった(図-2)。よって普段の流れでは、ジェット区間は流量の多寡に関係していると言える。

3. 滝壺周りの風速(現地調査)

8月4日と9月18日で基点箇所の選定を行い、9月18日に滝周辺の風を2種類の風速計で計測をした。結果は、滝に近い場合は滝落ちの正面よりも側面の方が風を感じ、同様に解析結果からも側面方向にベクトルが向く結果となっていた。しかし、ビデオの画像解析では中央付近の風速が強く出て計測とは異なる結果となった。今回計測した高さは水面と水面から1mの位置であり、ビデオの画像解析よりジェットの拡散は水面から1mの区間内で起きている事がわかった。このため、データを計測する高さを変更する必要があるという事がわかった。

4. 空気循環実験(小規模装置)

小規模装置(写真-2)に煙を充満させ、滝落ちさせた。WPPの違いが、滝周辺の空気循環にどのような変化をもたらすのかを調べた。WPPの位置条件は表-1にまとめた。

WPPが高ければ高いほど、横向きの風は高い位置で起こっており、また上昇気流は低い位置で起こる事がわかった。これはWPPの位置が高い事で周りの空気を引き込む力が大きく、滝落ちの上部に引き寄せられるのではないかと考える。

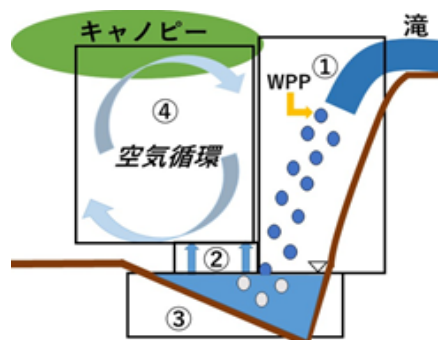


図-1 滝周辺が冷やされる要因

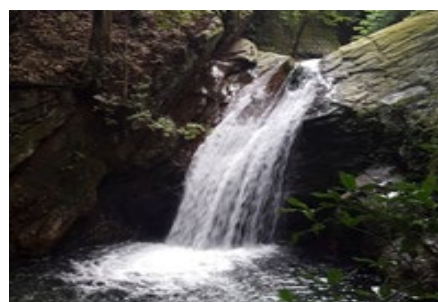


写真-1 くらがり溪谷 布瀧

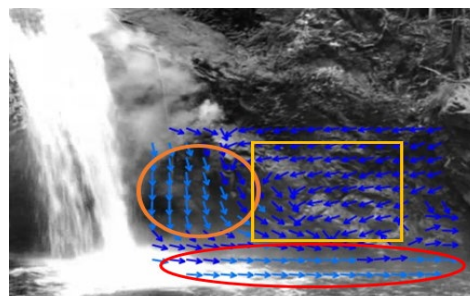


図-2 発煙筒実験解析結果

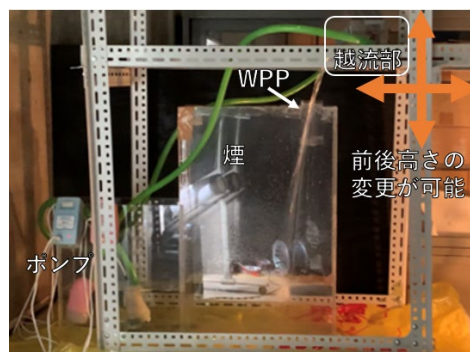


写真-2 空気循環実験装置

表-1 WPPの位置条件

ケース①	WPPが装置上部
ケース②	WPPが装置流入部
ケース③	WPPが装置内部
ケース④	WPPが水面付近

布瀧や次の実験でのケース①と似た動きが見られ、WPP が滝落ち上部にあることが共通していると考えられる（図-3）。

5. 滝壺周辺の空気の動き・流れの可視化（中規模装置）

発煙筒を用いて中規模装置（高さ 310 cm、横幅 139 cm、奥行き 120 cm、落差 250 cm、滝落ち幅 40 cm）での空気の動き・流れを可視化させる実験を行った。WPP の位置を変えて 4 回行い映像を記録した。現地同様に Flow Expert 2D2C を使って画像解析を行ったがあまり良い結果が得られなかったため、動画を見て挙動を分析した（写真-3）。これによってジェット後の拡散された風は上部に向かう風と下流部の方へゆっくり昇っていく風の二つに分かれていることがわかった。WPP の位置が低ければ低いほどにジェットの拡散後に上部に昇る煙の量が多くなり、WPP の位置が高ければ高いほど下流部に向かっていく煙の量が多くなるという結果になった。

6. 滝壺周りの風速（中規模装置）

中規模装置を使用して、キャノピーと滝周辺との空間を風がどのように循環するのかを現地で使用した 2 種類の風速計を使用して調べる。具体的には、水粒の影響がある機の表面付近でプロペラ式風速計を使用して測定し、機の表面から 10 cm 高くした地点で熱線式風速計を使用して風速を測定した。測定は平面に 20cm 間隔で計測し、測定は 3 回行い平均して求めた。計測した結果を 2 種類の風速計ごとに分けてまとめた（図-4）。また断面ごとにみた縦断の風速結果もまとめた（図-5）。

滝落ち部から距離が離れていくほど、機の表面の風速が弱くなっていくことが確認でき、機の表面から 10 cm の高さの場合は、滝落ち部から距離が離れていくほどに風速が強くなることを確認できた。また滝正面から遠い A 断面と近い C 断面で風速値に違いが出るのはキャノピー（ブルーシート）の影響が強く出て、A 断面は発生した風が拡散してしまい、C 断面は風が拡散せず、強い風速値が計測できると分かった。

7. 今後の課題

今後の課題として以下の事が挙げられる。

- 発煙筒を用いた現地調査では画像解析を当初予定していなかったため、手振れなどの要因で不要なベクトルが出た。撮影の方法とカメラの固定する方法を考える必要がある。
- 屋内実験の線香や発煙筒を用いた実験では煙が均一であった場合は解析ベクトルが出ず、煙の境界でしか判断できない。レーザーを使うと空気の動きがわかると考えられる。
- プロペラ式風速計は水粒にはあまり影響が出ないが、プロペラが回らない限り測定をしない。熱線式風速計はセンサに水粒が付着すると精度が悪くなるので水粒が付着しないような工夫が必要である。

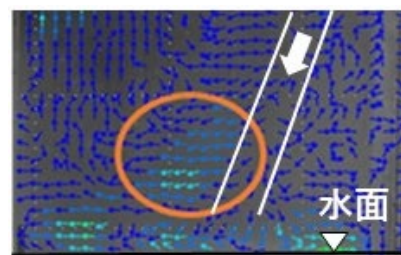


図-3 WPP が装置上部の場合

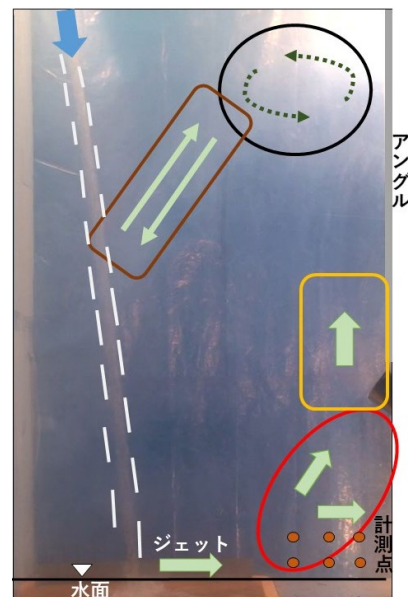


写真-3 ケース①の煙の変移

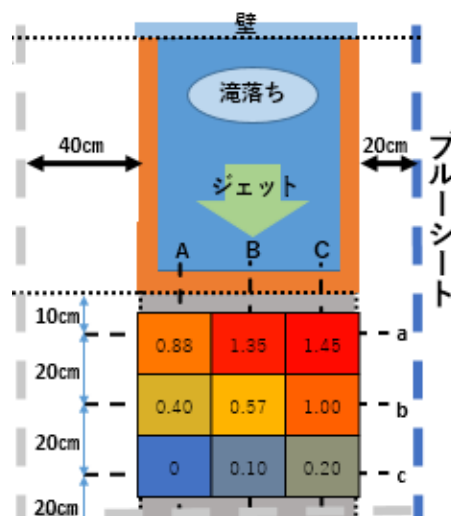


図-4 風速の平面分布

ケース①（プロペラ式）

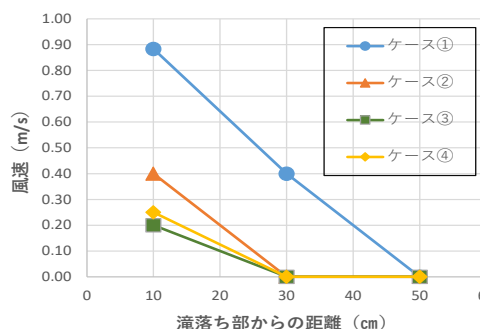


図-5 A 断面のプロペラ式風速計

1. 背景

津屋川は養老山地の扇状地沿いを流れ、河口で揖斐川に合流している幹川流路延長 12.6 km の一級河川である。²⁾

津屋川周辺の地形・地質は右岸と左岸で異なる性質を有している。左岸側は輪中地帯で沖積層からなる。右岸側は養老山地が広がり山地の谷から出た土砂で扇状地が形成される。沢水が伏没して扇状地の地下水が湧水となり津屋川が生まれる(図-1)。海津市は土地全体の約 4 割を大規模な農地として利用している。

2. 研究目的

湧水の水質に影響を及ぼす 2 つの要因を調査する。

(1) 養老山地による影響

津屋川は養老山地の扇状地付近を流れているため、養老山地の地質の成分が湧水に溶け込み、水質を変容させている。養老山地柏尾谷付近の地質の多くを占める石灰岩は Ca を含んでいる(図-2)。Ca は河川水の硬度を高くする要因になるため、尿路結石の発症リスクを高めてしまうので自噴井戸群の水をサンプルとしイオン濃度を測定する。

(2) 肥料・農薬による影響

安定した収穫量を追求するため、ほとんどの農家が N、P、K といった栄養を補う化学肥料を用いる。この成分が扇状地地表から雨により扇状地地下水の水面付近に流れ込み、イオンとして湧水の水質に悪影響を及ぼしていると考えため、湧水池群のイオン濃度を測定する。

3. 調査概要

3.1 調査地点

養老町飯ノ木集落に点在する自噴井戸群と津屋川右岸沿いの湧水池群を 7～10 月に月 1 回水質調査した。養老山地による影響を調査するために自噴井戸 8 地点と柏尾谷・滝谷・牧田川の 3 地点(図-2)、肥料・農薬による影響を調べるために湧水池 3 地区(19 地点)と志津北谷 1 地点(図-3)を調査地点とした。

3.2 調査方法

現地では、導電率計を用いて、電気伝導度(EC)、水温をその場で測定し採水する。大学に持ち帰ったサンプルをイオン分析計(東亜 DKK IA-300)を用いて、陽イオン(Li, Na, NH₄, K, Mg, Ca)、陰イオン(F, Cl, NO₂, Br, NO₃, PO₄, SO₄)のイオン濃度を測定した。

4. 調査結果

4.1 研究目的(1)の結果

水質調査から得られたデータの中で、Mg と Ca データのグラフ(図-4, 5)に注目すると、自噴井戸 e、h に高い値を示した。この二つは自噴井戸群の中でも、養老山地

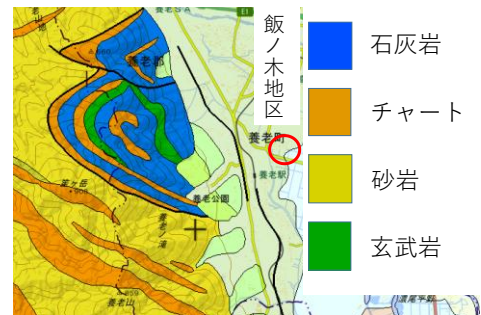


図-1 養老山地地質図¹⁾



図-2 自噴井戸調査地点



図-3 湧水池調査地点

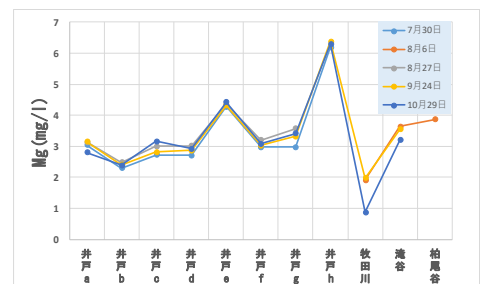


図-4 自噴井戸群 Mg データ

(柏尾谷・滝谷)より近くに位置する井戸だ。また、養老山地から離れた位置にある井戸ほど牧田川と似た低い値を示した。グラフの傾向から、柏尾谷付近の地質の影響がCa、Mg値が高い要因だと分かった。

Ca濃度が高い飲み水を慢性的に飲用した場合、尿路結石を発症させると予測していたが、本調査地は水質基準(300ppm)を満たしているため、問題がないと判断できる。尿路結石は原因不明の突発性結石症のため、発症リスクに個人差がある。

4.2 研究目的(2)の結果

肥料・農薬による影響が大きいと判断した調査地点は、一色池(駐車場)、清水池(角)、梅園(井戸)である。判断するに至った理由は、EC値が高いことに加えて、肥料・農薬の成分となるイオンに共通して高い値が出ているためだ。

窒素(N)に注目すると、NO₃は特に一色池(駐車場)、清水池(角)に高い値を示した。一色池(駐車場)はNO₂の影響も大きい結果だったため、池の水環境にとって悪い湧水地点といえる。また、自噴井戸群のNO₃濃度は井戸a～cは牧田川から流れている水ですでに藻類に栄養を使われているため、低い濃度が示された。しかし、井戸d～hは山地側からの水で、湧水の水深が浅く、高い濃度を示していた。

このことから、肥料・農薬による影響には湧水の水深が大きく関係していると推測する。湧水の流れる水深が浅い位置にある場合、肥料・農薬に汚染された土壌の影響を受けやすくなるため、農薬をまく等の農作業が湧水の水質に影響を及ぼすと推測する。

5. まとめ

5.1 研究目的(1)

自噴井戸群の水質を調査した結果、EC値はMg、Ca濃度に比例していることが分かった。Mg、Ca濃度は養老山地の滝谷、柏尾谷付近の地質が起源であると判断したため、高い濃度が検出された自噴井戸e、hが養老山地による影響が大きいといえる。飲み水としての安全性は水質基準を達成しているため、問題ないことが分かった。

5.2 研究目的(2)

一色池(駐車場)、清水池(角)、梅園(井戸)に肥料・農薬の成分が高い濃度を示した。本調査で、地点ごとの大まかな湧水の水深を整理することができ、深くなるほど、肥料・農薬の影響が小さいため、水生生物への害が小さいと推測する。

NO₂濃度が水質基準(0.04ppm)を超えていたが、飲用しないため人に影響を及ぼすことはないと考えられる。

6. 今後の課題

イオン分析計の不調により、予定より陰イオンのデータが集まらなかったため、データ数を増やす必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省：国土地理院地図, <https://maps.gsi.go.jp>
- 2) 岐阜県河川課：津屋川圏域河川整備計画, 2001
- 3) 石神直哉：津屋川湧水群と上流自噴井帯の水質と起源に関する研究, 大同大学卒業論文, 2018.

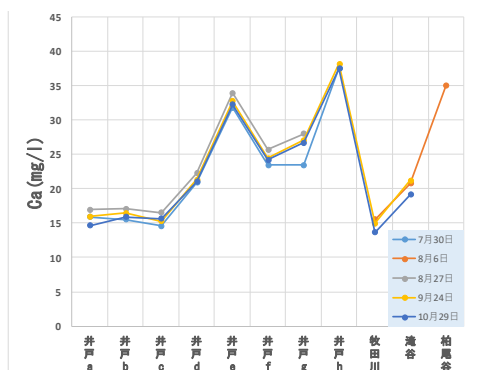


図-5 自噴井戸群 Ca データ

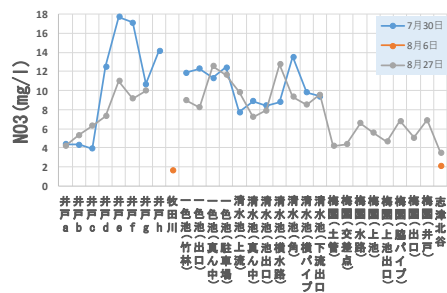


図-6 自噴井戸群・湧水池群 NO₃ データ

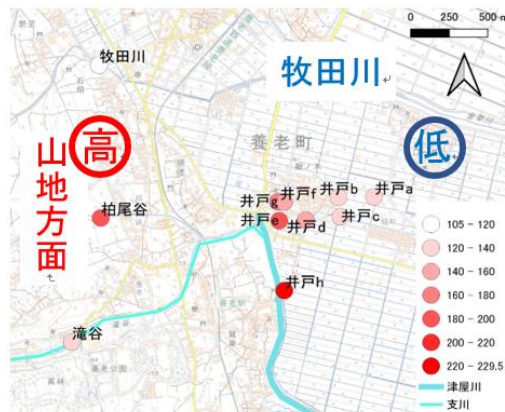


図-7 自噴井戸群 EC 影響度合い

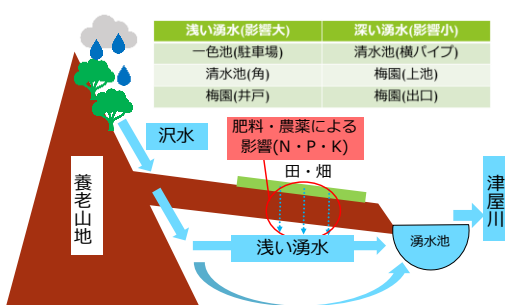


図-8 湧水の影響度合い

タンクモデル法を使用した津屋川流域の流出解析

A17323 近藤 弘基 指導教員 鷲見 哲也

1. はじめに

今回の研究対象である津屋川は、降雨の3～10日後に出水して水位が上昇するという特性を持っている。しかし、津屋川は湧水河川であるが故に山地からの水が扇状地で地下に浸透しているため通常の流出と異なると考えられる。また、過去の研究においても津屋川の流出特性の特殊性を定量的に表せていないため、防災面、環境面の観点から流量と雨量のデータを用いて津屋川の流出メカニズムを知る必要がある。

そのため、本研究では、流出解析法であるタンクモデル法を使用し、量的な流出特性を解明することが目的である。

2. 調査概要

2.1 調査地

今回の研究の対象地は、津屋川本川と支川流域(小倉谷、志津谷)、清水池である(図-2)。

2.2 調査方法

津屋川本川(鷲巣、常夜灯、スロープ、清水池出口、ハリヨ橋)と小倉谷、志津谷にて流量計測、清水池にて推定流量算出に必要であるダイバー水位計のデータの回収作業を行い、すべてのデータが揃ったらタンクモデル法による流出解析を行った。

3. 調査結果

3.1 流量計測結果

今回の津屋川本川における流量計測は、上流から下流の順に流量が増えていく予想通りの結果になった。ハリヨ橋においては、川幅が広く水が逆流している箇所があり常に一定の流速にならなかったため、正確な値での計測ができなかった(表-1)。

山地河川における流量観測では、小倉谷、志津北谷共に大きな流量変化もなく、 $0.020\sim0.061\text{m}^3/\text{s}$ の間で安定している結果になった(表-2)。

3.2 流量データ整理

水収支の数式 $Q_{\text{out}}(\text{区間出口}) - Q_{\text{in}}(\text{区間入り口}) + Q_{\text{r}}(\text{取水口による取水}) = Q$ を使用して2017年と2020年の流量データを整理したところ、全体的に上流から下流にかけて流量が増加していることが分かった。また、今熊谷から本川に流出する扇状地地下水の量は、かなり少ないことも分かった。

3.3 ダイバーのデータを使用した推定流量の算出

清水池でもタンクモデル法による解析を行うにあ



図-1 津屋川本川(清水池出口)



図-2 流域図

表-1 本川での計測結果

本川流量 [m^3/s]	9月28日	10月15日	11月23日
鷲巣	0.14021	0.21110	0.14174
常夜灯	0.31689	0.50083	0.25176
スロープ(2回目以降は清水池出口)	0.37105	0.65329	0.33234
ハリヨ橋	0.60078	1.71532	0.32998

表-2 山地河川での計測結果

山地流量 [m^3/s]	9月28日	10月15日	11月23日
小倉谷	0.04318	0.05523	0.02643
志津北谷	0.04731	0.06117	0.03711



図-3 清水池の地下水位変動(2020年)

たり、推定流量を出すため、清水池の井戸ダイバーによって観測された地下水位変動を出したところ、結果は、**図-3** のようになった。**図**において地下水位が井戸の高さを超えているところがある。これは、活発な梅雨前線の活動による大雨が原因であると考えられる。

3.4 タンクモデル法による流出解析結果

従来のパラメータに国土交通省の長良川上田地点の数値をそのまま適用したところ**図-5**の通りに計算流量波形が実測流量値にフィットしたため、そのパラメータを扇状地タンクの1、2段目に初期値として適用し、そこから扇状地の計算流量波形が実測流量値にフィットするように調整を行った。

その結果、津屋川本川においては、扇状地の第1段目タンクの下段流出孔の高さを200、係数を0.05、浸透係数は0.1で適用し、第2段目タンクでは、下段流出孔の高さを0、係数を0.850、浸透係数を0で適用すれば、流量実測値に最も近づくことが分かった(**表-3**、**図-6**、**図-7**)。

清水池においては、津屋川本川のパラメータを適用しても合わなかったため、独自にパラメータを調整して解析を行った。その結果、扇状地の第1段目タンクでは、下段流出孔の高さを200、係数を0.02、浸透係数は0.04で適用し、第2段目タンクでは、下段流出孔の高さを0、係数を0.600、浸透係数を0で適用すれば、清水池の流量波形に最も近づいた(**図-8**)。

4. まとめ

タンクモデルによる解析の結果、養老山地で降雨があった3日後における流出ピークをゆっくりした低減カーブで再現することで山地から扇状地を経て津屋川本川に流出するメカニズムを定量的に再現できたことの成果を挙げた。これによって、これまでではっきりと分かっていなかった量的な流出メカニズムを解明することができた。

一方で各支川流域のパラメータを求めることは、流出量を観測できる地点を特定するのは困難であり、できないことが分かった。

参考文献

- 1) 宮崎敬大：津屋川支川の流出と水収支に関する研究，大同大学卒業論文，2017。
- 2) 森田拓磨：ハリヨ生息域における井戸の設置と地下水位変動の観測，大同大学卒業論文，2017。

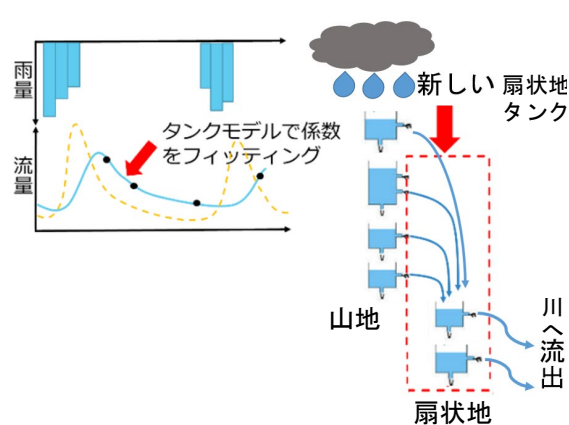


図-4 モデル図

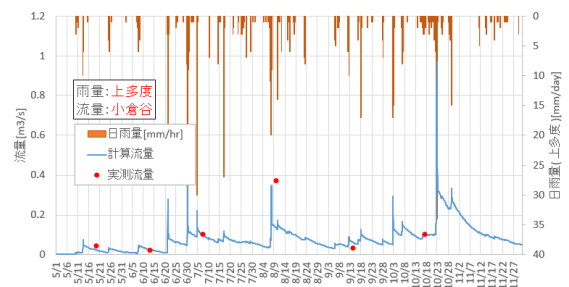


図-5 小倉谷のタンクモデル(2017年)

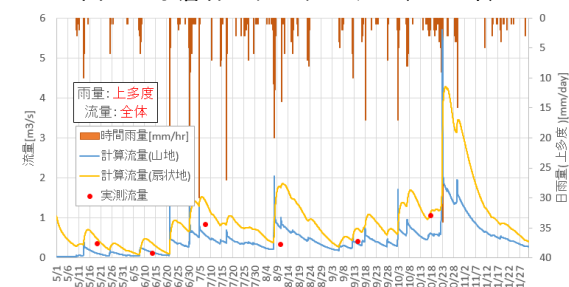


図-6 2017年の津屋川本川のタンクモデル

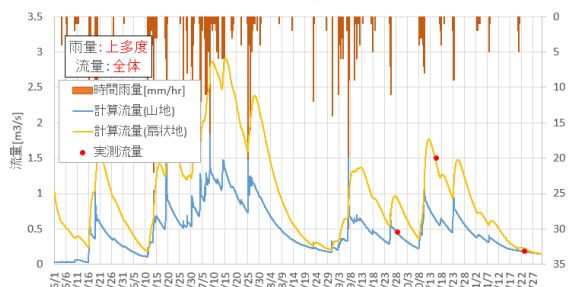


図-7 2020年の津屋川本川のタンクモデル

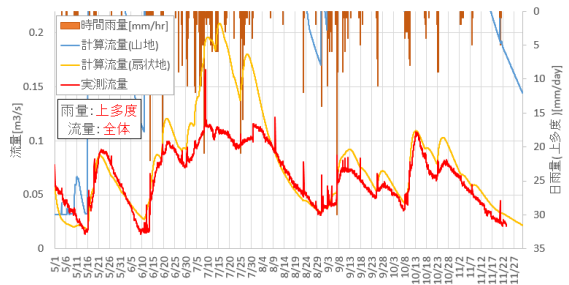


図-8 2020年の清水池のタンクモデル

表-3 津屋川本川のパラメータ

	山地第1段			山地第2段			山地第3段			山地第4段			扇状地第1段			扇状地第2段		
	上段	下段	浸透	上段	下段	浸透	下段	浸透	下段	浸透	下段	浸透	下段	浸透	下段	浸透	下段	浸透
高さ	30	5		0	10		30		0		200		0		0			
係数	0.30	0.10	0.200	0.00	0.04	0.10	0.02	0.04	0.001	0.00	0.05	0.10	0.850	0.00				

1. はじめに

津屋川は、養老山地からの湧水を主な水源とする岐阜県養老町と海津市を流れる河川である。その周辺にはハリヨが生息する湧水地がいくつかある。ハリヨは、環境省によって絶滅危惧 IA 類に選定されている小型淡水魚である。以前は、津屋川でハリヨの生息を確認することができた。現在は、環境の悪化、湧水の枯渇、水域の埋め立てなどにより養老山地から津屋川にかけての湧水地のみでしか生存が確認できず、生息場、個体数ともに減少しているのが現状である。

これらの湧水地は津屋川が洪水を起こすと冠水することが分かっている。そこで氾濫計算をして湧水地が冠水している時の流速から現場のかく乱の状況を明らかにし、湧水地の安定性がどの程度かを示すことが本研究の目的である。

魚の移動限界を計る指標として、2つの遊泳速度がある。1つは、巡航速度だ。巡航速度とは、長時間の遊泳が可能である速度のことである。巡航速度は、魚の体長の約2倍の速度である。もう1つは、突進速度だ。突進速度とは、1秒から数秒間しか維持できない魚の最大の遊泳速度のことである。突進速度は、魚の体長の約10倍の速度である。

ハリヨの場合は体長が約5cmであるので、巡航速度は10cm/s、突進速度は50cm/sであると考えられる。突進速度を超える流速があるとハリヨは流されていなくなってしまう。また、巡航速度より小さい流速の場合は安定した生息地とみなすことができる。考察ではこれらの流速と比較して見ていく。

2. 調査方法

氾濫計算はiRICソフトウェアを使用する。2次元氾濫解析ソルバー(Nays2DH)で氾濫計算を行うために必要な地形や水害の波形のデータなどを集め、入力し計算するという流れになる。

地形データは、国土地理院5mメッシュ標高データを使用した。河道の標高は認識できなかったため、先輩の測量データから縦断分布を作成し、Excelを用いて変更した。

上流は一定流量の $0.1\text{m}^3/\text{s}$ とした。上流は源氏橋地点に相当するが、洪水時であっても湧水が排水路より流入するだけであるため、先輩が流量観測した通常時流量の最大値をとった。下流は西小島地点の揖斐川の水位とした。国土交通省のウェブサイトからダウンロードした。

計算が終了したら、計算結果の水深や流速などをコンター図やベクトル図などで可視化し確認できる(図-3、図-4、図-5)。

3. 調査結果と考察

近年、最も揖斐川が増水したのは2017年台風21号が来た時である。西小島地点の揖斐川の水位データは図-1の通りである。その時の氾濫計算をした。湧水地は現地でハリヨの生息が確認

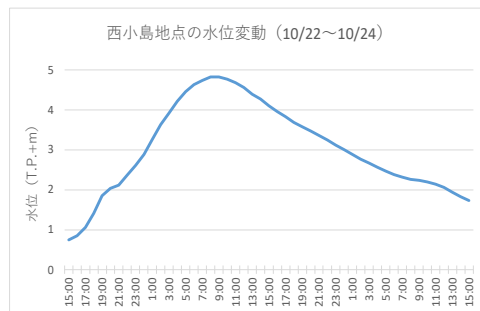


図-1 西小島地点の水位変動

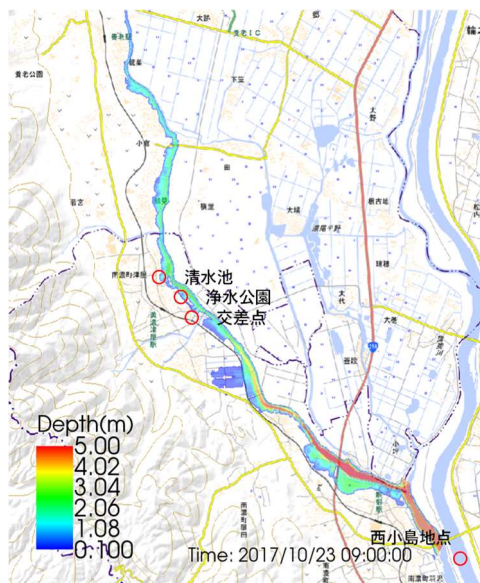


図-2 津屋川全域(下流端水位ピーク時)

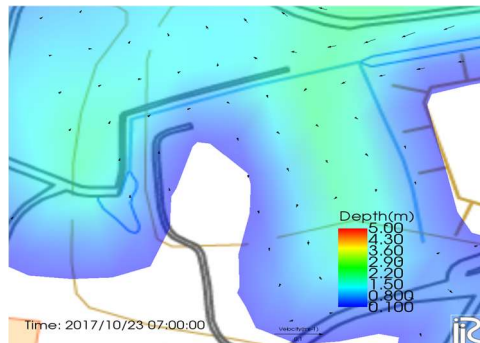


図-3 清水池(流速ピーク時)

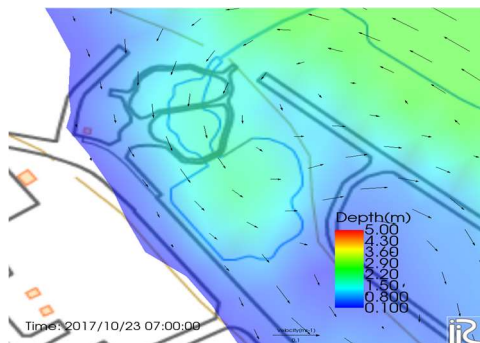


図-4 浄水公園(流速ピーク時)

できた清水池、浄水公園、交差点の3つの湧水地を見ていく。

(1) 津屋川全域

津屋川は中流域と下流域で洪水が起きていることが確認できる(図-2)。そのことから津屋川は中流域から下流域で洪水が起こりやすいと推測する。

(2) 各湧水地

● 清水池

津屋川湧水地である清水池は、冠水しても最大流速が 0.2cm/s となっている(図-3、図-6)。清水池は、他の湧水地と比較すると最大流速が小さくなっている。その原因は、清水池の近くには人工の盛土があるため、水が流れにくいからだと推測する。

清水池は冠水してもハリヨの巡航速度の 10cm/s より流速が小さいので、津屋川湧水地である清水池は安定したハリヨの生息地としてみなすことができる。また、洪水時の流速によるかく乱はないと言える。

● 浄水公園

津屋川湧水地である浄水公園は、冠水しても最大流速が 2.6cm/s となっている(図-4、図-7)。浄水公園は、他の湧水地と比較すると最大流速が大きくなっている。その原因は、浄水公園は津屋川に近いので、水が流れやすいからだと推測する。

浄水公園は冠水してもハリヨの巡航速度の 10cm/s より流速が小さいので、津屋川湧水地である浄水公園は安定したハリヨの生息地としてみなすことができる。また、洪水時の流速によるかく乱はないと言える。

● 交差点

津屋川湧水地である交差点は、冠水しても最大流速が 0.4cm/s となっている(図-5、図-8)。交差点は、他の湧水地と比較すると最大流速が小さくなっている。その原因は、交差点の標高が高いため、水が流れにくいからだと推測する。

交差点は冠水してもハリヨの巡航速度の 10cm/s より流速が小さいので、津屋川湧水地である交差点は安定したハリヨの生息地としてみなすことができる。また、洪水時の流速によるかく乱はないと言える。

4. まとめ

津屋川湧水地である清水池、浄水公園、交差点の冠水している時の最大流速はハリヨの巡航速度である 10cm/s 以下であることが分かった。そのことから3つの津屋川湧水地は安定したハリヨの生息地としてみなすことができる。また、洪水時の流速によるかく乱はないと言える。

5. 今後の課題

今後の課題として以下のことが挙げられる。

- 格子の詳細化を図る。
- 津屋川湧水地が冠水している時の水質を調査する。

参考文献

- 1) 海津市教育委員会：津屋川水系清水池ハリヨ生息地保存管理計画(案), 2016.

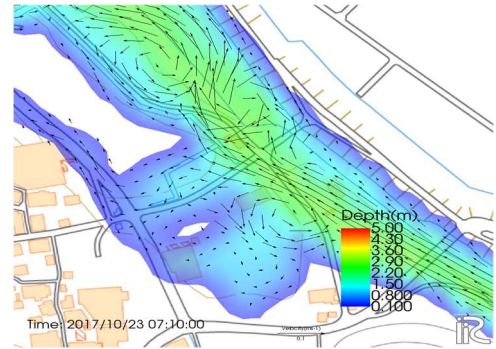


図-5 交差点（流速ピーク時）

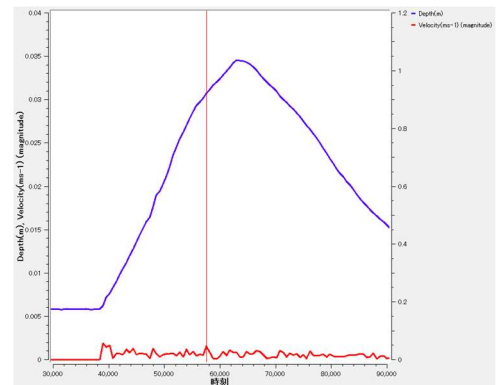


図-6 清水池の水深と流速
(縦線：2017/10/23 7:00)

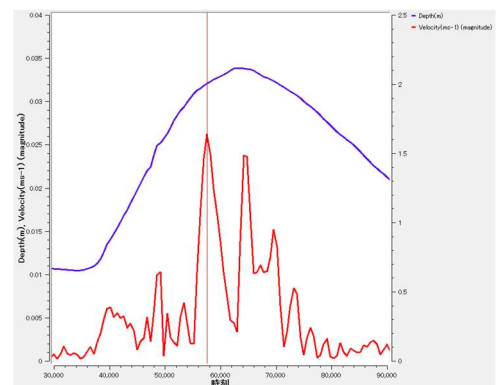


図-7 浄水公園の水深と流速
(縦線：2017/10/23 7:00)

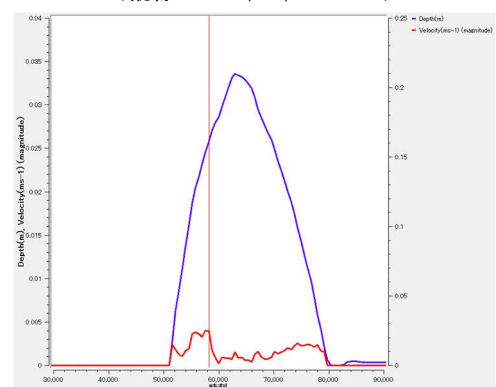


図-8 交差点の水深と流速
(縦線：2017/10/23 7:10)

1. 地域活性化に「スポーツの力」を活用する

人口が減少している地方都市は、活力を失っている。地方都市が人口の流出を防ぎ、活性化していくには、自治体の財政基盤を安定させ、人口流入につながる「何か」を誘致する必要がある。これらの条件を満たしているのが「スポーツの力」である。スポーツには「する」「観る」「支える・支援する」といった要素がある。「する」ことにより、健康促進やチームというコミュニティが形成される。「観る」ことにより、自治体は税収の増加が見込める。地元企業などがスポーツチームのスポンサーなどになって「支える・支援する」ことで、町全体を盛り上げることができる。このように、「スポーツの力」は地方都市の活性化に多岐にわたる効果を波及させる。

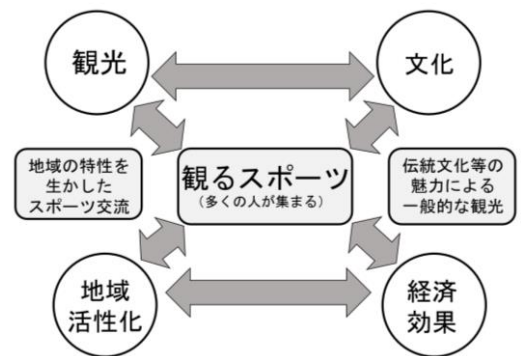


図-1 スポーツ×文化×観光のしくみ¹⁾

「観る」「支える・支援する」スポーツの代表は、「プロスポーツチーム」である。プロスポーツチームは、入場料収入などの直接的利益や、観光業などの間接的利益を生み出す。本研究では、周辺地域をより活性化させるための策として、プロスポーツチームと文化・観光を連携させる政策に注目した²⁾。図-1は、観るスポーツと、文化・観光を連携させることの効果を示した図である。観るスポーツは多くの人を集める力を持っているため、スポーツ観戦に来た人たちをすぐに帰路につかせるのではなく、地域の観光地に立ち寄りもらうことで、地域のいろいろな場所に多くの人が集まり、街全体に活気が生まれる。地域がより活性化することは、住みやすいまちの形成や地域愛着度の向上にもつながり、人口流入にも期待できる。

2. スポーツイベントを支えるアクセスと周辺環境に関する現地調査

プロスポーツチームを利用しての地域活性化にはスタジアム・アリーナ周辺の現在の環境を知る必要がある。そこで、Jリーグ（サッカー）、Bリーグ（バスケットボール）のプロスポーツチームの6つのスタジアム・アリーナに行き、交通アクセスや周辺の環境、チームが周辺地域の活性化のためにどのような活動を行っているのかについて現地調査を行った。以下に、その調査結果を概説する³⁾。

(1) チームと自治体の連携で盛り上がりを演出する岐阜 サッカーのJ3に所属するFC岐阜は、サッカー観戦以外の人も呼び込むために、グルメに力を入れている。アクセス面では、周辺の空いている土地を利用して臨時駐車場が整備されているが、公共インフラや道路は整備されているとは言えず、入場制限が行われている中でもスタジアム周辺では渋滞が起きている。最寄りの岐阜駅は、名古屋駅から約30分と近距離にあるが、駅からのアクセスが悪いと感じた。今後は駅からシャトルバスを出すなどの対策が必要である。

(2) チームと自治体の連携は弱いがワールドカップも開催されたエコパスタジアム サッカーJ2に所属するジュビロ磐田の試合が行われる静岡市のエコパスタジアムは、過去にワールドカップの試合も行われたスタジアムである。駅から徒歩で行くには距離があったが、歩道が広く整備されているのに加え、ベンチや動く歩道も設置されているため、歩くのは苦に感じなかった。自動車でのアクセスは、国道1号から専用道路がつながっているため、迷うこともなく到着することができる。

(3) 高齢者が多い地方都市にあるサンプロアルウィン サッカーJ2に所属する松本山雅FCの試合が行われるサンプロアルウィンは、長野県松本市にあるサッカー専用スタジアムである。周辺には、チームの存在を感じることができるものが多く、町全体でチームを盛り上げる雰囲気がある。公共交通機関でのアクセスは、名古屋駅から約2時間、東京駅から約2時間30分と遠距離に位置している。自動車でも名古屋から約2時間30分、東京からは約3時間と遠距離に位置しているため、域外から人を呼び込みにくいといえる。

(4) 大都市名古屋市にあるパロマ瑞穂スタジアム サッカーJ1に所属する名古屋グランパスの試合が行われるパロマ瑞穂スタジアムは、周辺の商店街と連携し地域貢献活動を行っている。愛知県名古屋市という都会にあるため、公共交通機関や自動車でのアクセスは優れている。高速道路の出入り口、名古屋駅も近い

ため域外から人が訪れやすい。しかし、駐車場が少ないという大都市ならではの問題がある。アクセスは優れているため、今後は多くの人に公共交通機関を利用してもらうための対策が必要である。

(5) 公共交通機関と自動車でのアクセスのバランスがよいウィングアリーナ刈谷 バスケットボール B1 に所属するシーホース三河の試合が行われるウィングアリーナ刈谷では、刈谷市の魅力を宣伝するブースがあり、地域とのつながりを感じることができた。公共交通機関でのアクセスは、名古屋駅から約 30 分と近距離にあることに加え、駅から無料のシャトルバスでアリーナまで向かうことができる。自動車でも名古屋から約 30 分の距離にある。さらに駐車場も整備されているため、アクセス性は優れている。

(6) J リーグと B リーグの共通点と相違点 今回の現地調査で、サッカーとバスケットボールそれぞれのスポーツイベントでの共通点がいくつか見られた。外には屋台があり、祭りのような雰囲気を作っていることが共通点としてあげられる。サッカーとバスケットボールの違いのひとつとして会場の大きさがある。サッカーのスタジアムは巨大であるため、建設するには広い土地が必要である。そのため、人口が多くアクセスが優れている大都市の鉄道駅前には建設されにくい。しかしバスケットボールの会場は、サッカーほどの敷地面積は必要ないため、大都市を本拠地として選ぶことが可能である。

(7) まとめ

現地調査では、スタジアム・アリーナまでの公共交通機関あるいは自動車でのアクセスの、どちらか一方は充実していることがわかった。大都市のスタジアム・アリーナ周辺のアクセスは、公共交通機関が中心になるため、駅からスタジアムまでのアクセスは優れている。しかし自動車でのアクセスは、スタジアム周辺の渋滞や駐車場が少ないなどの問題がある。逆に地方都市のスタジアム周辺は、自動車でのアクセスが中心になるため、駐車場を含めた自動車でのアクセスは優れている場所が多かった。交通機関でのアクセスでは、大都市から時間がかかり、駅からも遠いという問題がある地域が多かったが、無料のシャトルバスなどを整備し、不便さを感じさせない取り組みがされていた。

今回の現地調査の対象の中で、プロスポーツチームの存在が地域活性化に貢献していると特に感じたのは、FC 岐阜である。試合の観戦者を増やすために、自治体と協力して無料招待などのイベントを行ったり、スタジアム周辺に祭りのような雰囲気を出すことで、街全体を盛り上げ、入場料収入を増やすための取り組みをしていた。ハードな面では、エコパスタジアムが優れている。国道 1 号や高速道路の IC とスタジアムが直進道路でつながっているため、渋滞などは起きにくいと考えられる。電車でのアクセスも優れており、駅からスタジアムまでの歩道も広いと、域外からも来訪しやすいと感じた。

3. プロスポーツチームと文化・観光が地域活性化にもたらす効果

図-2 は、プロスポーツイベントによる効果を示した図である。プロスポーツチームの存在は、地方都市に活力を生み地域活性化に貢献する。さらにプロスポーツチーム自体が活性化していくことでも大きな経済効果が生まれ、スタジアム周りのインフラが整備される。プロスポーツイベントは多くの人を集めることができるため、文化・観光を連携させることで、周辺の観光地にも人が流れ、観光地付近のインフラの充実も期待できる。インフラの充実は、域外からの来訪しやすさに加え、地元住民の暮らしやすさにもつながる。

2021 年 1 月現在、新型コロナウイルスの影響で観光業や生活関連サービス業の倒産やリストラが起きている。しかしコロナ禍においても、プロスポーツイベントには多くの人が集まっている。今回の調査地で、プロスポーツチームと文化・観光を連携させていると感じた地域は存在しなかったが、この政策はコロナ禍での生活様式においても、地域産業に多くの良い効果をもたらす。日本中が活気を失っている今こそ、プロスポーツチーム×文化×観光による相乗効果を活用するべきである。

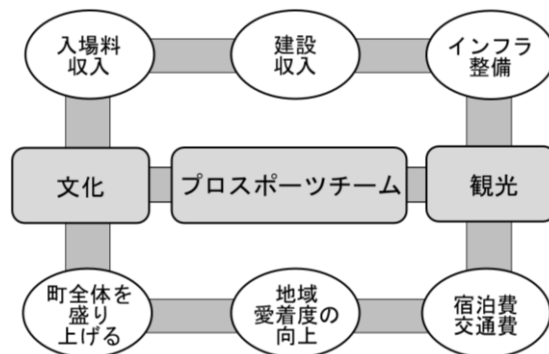


図-2 プロスポーツチーム×文化×観光が

参考文献 1) 原田宗彦著:スポーツ地域マネジメント 持続可能なまちづくりに向けた課題と戦略, 学芸出版社, 2020 年 2) 原川涼太郎:スポーツ×文化×観光による地域活性化に関する調査, 令和 2 年度都市環境総合セミナー 3 概要, 2020 年度 3) 清水寛都:地方都市がプロスポーツチームで地域活性化を図る優位性に関する調査, 令和 2 年度卒業論文, 2021 年

地方都市がプロスポーツチームで地域活性化を図る優位性に関する調査

A17327 清水 寛都

指導教員 木全 博聖

1. はじめに

若者の流出や少子高齢化によって活力が低下したまちが、プロスポーツチームを中心に地域の活性化を図っていくことは有効である¹⁾。地方都市の人口減少を食い止めるために、スポーツを利用して魅力あるまちに変え、域内外の人々にまちの魅力を知ってもらい、住みたいと思わせることが重要である。

本研究では、地方都市を拠点とするチームと、大都市を拠点とするチームのスタジアムやその周辺環境、スタジアムまでのアクセス、チームの施策などを現地調査し、地方都市が地域活性化を図る際に、プロスポーツチームを活用することが、大都市よりも優位であることを明らかにする。なお本研究では、Jリーグのジュビロ磐田、松本山雅FC、FC岐阜、名古屋グランパスの本拠地周辺の調査を実施したが、本稿では地方都市を拠点とする松本山雅FC、大都市を拠点とする名古屋グランパスの調査の結果について報告する。

2. サンプルアルウィン（松本市）

(1) 概要 長野県松本市にある、最大2万人収容のフットボール専用スタジアムである。信州スカイパークという総合球技場の一角にあるスタジアムは、普段はサッカーJ2リーグの松本山雅FCが利用している。

(2) スタジアムへのアクセス・立地 車の場合、塩尻北ICから約10分と、好立地にあった。また、信州スカイパーク内に無料の駐車場が整備されており、駐車場に困ることはなかった。電車の場合は、最寄りの村井駅からは徒歩約1時間と、歩くのはやや困難の距離であった。村井駅からスタジアムまでは田んぼ道が続き、写真-1に示すように道は狭く、整備がされていない。しかし、松本駅、塩尻北駅からは無料シャトルバスが出ているため、公共交通機関での場合も、比較的来場しやすいスタジアムであった。

(3) スタジアムの様子・周辺環境 調査当日は、新型コロナウイルスの関係で入場制限があったことや、平日ということもあり来場者は少なく、賑わっている様子はなかった。また、ジュビロ磐田やFC岐阜のスタジアムイベントはスタジアムの外で行われていたが、松本ではスタジアムの中でしか行われていなかった。サッカーの場合、イベントだけを目的としてスタジアムに来る人は多いが、スタジアムの入場者を増やすためにも、スタジアム外でイベントを開催することが必要になる。



写真-1 スタジアムまでの道中

賑わっている様子はなかったが、スタジアム周辺にはゲートボール場、ランニングコースが整備されており、お年寄り向けの設備が目立っていた。スタジアム周りはある程度整備されていたが、少し離れると写真-1に示すような道が多く、歩きやすい歩道を整備するなど、駅からスタジアムまでなどの主要道路や交通量が多い道路などの整備が必要である。

3. 豊田スタジアム（豊田市）

(1) 概要 愛知県豊田市の豊田スタジアムは、最大4万人のスタジアムであり、2019年はラグビーWCの試合会場、普段はサッカーJ1リーグの名古屋グランパスのホームスタジアムとして利用されている。

(2) スタジアムへのアクセス・立地 車の場合、豊田ICから約20分とアクセスはあまりよくない。コアなファンに尋ねると、最寄りの豊田市駅には駐車場があるが、スタジアム周辺には少ないので、臨時駐車場を設けてほしいとのことだった。電車の場合は、最寄りの新豊田駅、豊田市駅から約徒歩20分と決して近くない。しかし写真-2に示すように、道中には街頭フラッグや出店もあり、距離を感じさせないほどの催し物で賑わっていた。道路も歩道も整備され、スタジアムまでは比較的向かいやすく、岐阜や松本などの地方とは違う光景が多くみられた。

(3) スタジアムの様子・周辺環境 豊田スタジアムは、現地調査をした4か所の中で一番の賑わいを見せていた。スタジアム周辺には写真-3に示すように河川敷に公園があり、子供が遊ぶ姿もみられた。しかし、スタジアム周辺の公園や道路などの環境は、岐阜や松本に比べるとこれ以上の拡張・発展は難しい。

4. スタジアムの立地・チームの人気度による集客力の違い

図-1 は、チームの人気度やスタジアムの立地等の条件による集客力の違いを表したものである。横軸はスタジアムの立地や環境の良さを、縦軸はチームの人気度を示している。

今回調査した名古屋グランパスは、交通インフラが整った大都市に本拠地を置くため、J1 リーグの中でも上位の観客を動員している。そのため、名古屋グランパスは第一象限に該当する。第二象限に該当する、スタジアムへのアクセスは悪いが人気度は高いチームは今回の調査対象にはなかったが、その例として鹿島アントラーズが挙げられる。アントラーズの本拠地カシマスタジアムは都心からのアクセスが悪く、通常は多くの集客が見込める立地ではない。しかし、成田空港からのバスツアーの設置など、観客を増やすためのチームの施策により、ある程度の集客に成功している。

第四象限に該当する、スタジアムへのアクセスは良いがチームの人気度が低いチームの例として、今回調査したジュビロ磐田や、松本山雅 FC が挙げられる。スタジアムへは比較的来場しやすいが、チームの人気はそれほど高くない。ここに該当するチームは、スタジアムグルメの充実や、まちの色を出す街頭フラッグの設置などの、ソフトな面の施策の改善が必要であり、その施策次第では多くの人を呼び込む事ができる。第三象限に該当する、人気度・スタジアムの立地の両面が良くないチームの例として、FC 岐阜が挙げられる。本拠地の長良川競技場は、交通アクセスが悪く、チームも J3 リーグに所属していて、拠点とする岐阜市とその周辺市の人口規模も小さいため、チームの人気度が上がりにくい。しかし、シャトルバスによる来場しやすい環境づくり、まちとチームが協力したスタジアムグルメなど、積極的な施策を打ち、一定の集客に成功している。

5. 地方都市がプロスポーツチームで活性化を図る優位性

プロスポーツイベントに多くの人を呼び込むには、選手の学校訪問やファンサービスなどのソフトな面と、周辺インフラの整備などのハードな面の有効な施策が必要である。大都市を本拠地とする名古屋グランパスが、整った交通インフラとチームの高い人気度で多くの人を呼び込むことに成功している一方、ジュビロ磐田と松本山雅 FC は、地方都市とはいえスタジアムの立地が良いにも関わらず盛り上がり欠けていた。両チームとも少ないスタジアムグルメ、街頭フラッグがない殺風景な景色と、ソフト面の施策に欠けていたため、まち全体でチームを後押しする雰囲気生まれれば、スタジアムを中心に賑わいを生むことができる。対して、調査したチームの中で最も条件が悪い FC 岐阜の長良川競技場は、選手のトークイベントの開催やシャトルバスの設置など、ソフト・ハードの両面の工夫された施策が目立っていた。また、まちとチームが協力して集客アップに取り組んでおり、チームと市民の一体感にも大きな違いがみられた。

地元プロスポーツチームがあり、スタジアムに多くの人が集まると、その周辺の公園や道路などのインフラの拡充も期待できる。大都市の場合、新たに建物を建設するにも土地に余裕がなく、道路や鉄道などの交通インフラのさらなる発展は難しいが、地方都市の場合、土地に余裕がありインフラも不十分なため、まちの活性化のための開発が進めやすい²⁾。プロスポーツチームを通じてソフト・ハードの両面の効果が得られると、衰退した地方都市は再び活気を取り戻し、多くの人に住みたいと思わせることができる。そのためには市民と行政、チームが協力し、一体感を持ってプロスポーツチームを盛り上げることが求められる。

参考文献

1) 木田悟・高橋義雄・藤口光紀：スポーツで地域を拓く， 東京大学出版会，2013 年 2) 清水寛都：地方のプロスポーツチームによる地域活性化に関する調査，令和元年度都市環境総合セミナー 3 概要，2020 年



写真-2 スタジアムまでの道中



写真-3 スタジアム近辺の公園

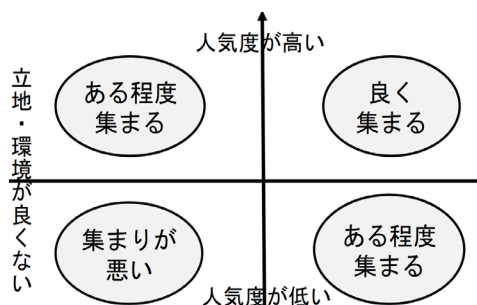


図-1 チームの人気度・スタジアムの立地による集客力の違い

プレストレストコンクリートの優位性の鍵となる点検や予防保全に関する調査

A17334 田村 青葉

指導教員 木全 博聖

1. はじめに

現在の日本の建設業は、少子高齢化などを原因とする労働力不足の問題を抱えている。高度経済成長期に建設された多くの構造物が寿命を迎えようとしている中、建設業従事者は年々減少し、公共事業費も伸び悩んでいるため、急速に進むインフラの老朽化対策が十分に間に合っていない。これらの諸問題を解決するには、低コストで維持管理を実施することが求められる。そこで改めて認識すべきなのが、プレストレストコンクリート（PC）技術の活用である。

本研究の目的は、人手や予算が不足し維持管理が追いついていない日本において、PC 構造物には優位性があり、その優位性をさらに高めるための鍵が点検や予防保全にあることを明らかにすることである。

2. RC と PC の特徴

RC（鉄筋コンクリート）構造は、外力が作用するとコンクリートにひび割れが発生しやすく、空気や水などの劣化因子の侵入により鉄筋が腐食して耐荷力が低下するため、こまめな点検や補修・補強が必要である。一方、PC 構造は、緊張力を与えた PC 鋼材を埋め込むことで部材軸方向へ常に圧縮力を与えているため、基本的にひび割れを許さない設計になっている。つまり PC は、圧縮に強いというコンクリートの性能を最大限に活かして、耐荷力と経済性、そして耐久性を高めた合理的な構造形式である¹⁾。

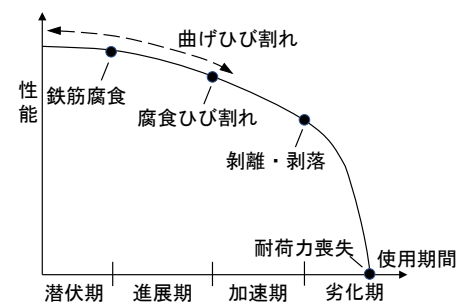
構造物の劣化は、想定外の事態が発生しない限り、ひび割れや鋼材腐食などの劣化要因が、潜伏期、進展期、加速期、劣化期の4つの期間を経て進行する。図-1 に示すとおり、RC 構造の性能は緩やかに低下するのに対し、PC 構造は進展期の後半まではほとんど低下せず、加速期に入ると急降下する。曲げひび割れは、RC 構造は潜伏期から徐々に発生するのに対し、PC 構造は加速期の後半に急激に発生する。ここで注目すべきは、RC 構造は曲げひび割れが発生してからも性能低下は緩やかであるが、PC 構造は曲げひび割れが発生すると、急激に性能を低下させることである。つまり PC 構造は、曲げひび割れが確認された時点で性能が大きく低下しており、危険な状態にある可能性が高いため、進展期までに劣化を発見し、予防保全をすることが重要である。

3. PC 構造物の維持管理

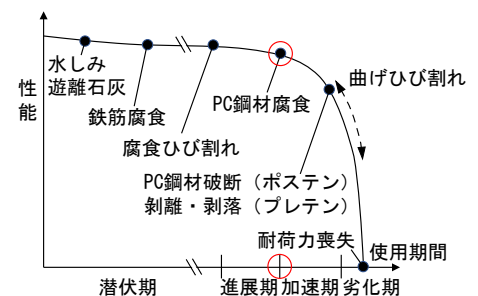
図-2 は、PC 構造物の維持管理フローである。維持保全計画で実施日を決めて、点検・調査を実施する。点検結果に基づいて対策の要否を決め、不要ならば構造物の状態を記録して次の予定日へ、必要ならば劣化具合に応じて予防保全や事後保全を行い、計画の修正と記録をして次の計画に回す³⁾。

ひび割れが発生してもプレストレスの作用で再び閉じるために、劣化の発見が難しいという PC 構造物の欠点を補う鍵が、点検や予防保全である。点検は、劣化が初期段階であれば外観調査だけでも済む場合があり、構造形態や劣化の進行具合によっては内部点検も必要になる。PC 構造物は外観調査だけでは劣化が分かりにくいいため、内部点検も必要になる場合がある。また、PC 構造物の点検は、シースに沿ったひび割れ、上縁定着後埋め部の劣化、桁端部の劣化、横締め PC 鋼材の突出などの、特有の劣化に特に注意して実施する。

構造物の劣化が著しく何らかの対策が必要である場合は、その劣化具合に応



a) RC の性能低下曲線



b) PC の性能低下曲線

図-1 RC と PC の性能低下曲線²⁾

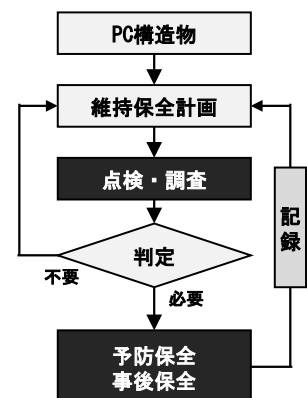


図-2 維持管理の流れ

じた予防保全や事後保全を行う。予防保全とは、構造物への損傷が顕在化する前に対策を行うことである。耐久性が高く長期間の供用が可能な PC 構造であるが、曲げひび割れが確認された時点では既に性能が大きく低下しているため、気がついたときには既に鋼材の腐食が進行し、PC 鋼材の破断などが生じると、最悪の場合、落橋事故などに発展する。そのため、点検により早期段階で劣化を発見し、予防保全で迅速に対策を講じなければならない。コンクリート構造物の予防保全で最も重要なことは、鋼材を水や塩化物イオンなどの劣化因子から守ることであるが、その方法として、水対策には防水工や漏水対策など、塩化物イオン対策には表面被覆や脱塩工法などがある。

近年は、写真-1 に示すように、老朽化した橋梁の RC 床版をプレキャスト PC 床版に取り替えることで、構造物の耐久性・耐荷力を復活させる工事なども行われている⁴⁾。その他にも、RC 構造物の補修・補強にも PC の技術を活用する例が増えている。維持管理の中での事後保全においても、PC の技術には様々な役割と今後の可能性が秘められている。公共事業の予算の増加が見込まれず、既存のインフラの老朽化が進行するこれからは更に、PC の技術を有効に積極的に活用してゆくべきである。



写真-1 PC 床版取替工事

4. まとめと考察

(1)維持管理における PC 特有の注意点 プレストレスによりひび割れの発生や劣化因子の侵入を抑制した PC 構造は、耐久性が高く、鋼材腐食も発生しにくい。点検や予防保全を行う間隔も長めに設定できるため、ライフサイクルコスト (LCC) を削減することも可能である。しかし PC は RC に比べると技術的に複雑であり、特有の点検箇所や劣化もあるため、RC 構造物に比べて必要となる知識が多い。また、曲げひび割れの発生が確認された際の緊急性は PC の方が高いため、点検を疎かにしてはいけなない。PC には独特の留意点が存在するため、点検や予防保全において、技術者の知識や経験を活かして補っていく必要がある。

(2)予防保全の重要性 PC がどれだけ性能が高い構造形式であっても、丁寧な維持管理を疎かにすると、気づいたときには取り返しのつかないほど劣化が進行し、耐荷力などの性能が急激に低下してしまう。だからこそ、点検や予防保全は、構造物を長期的に維持管理する上で最重要事項である。ただし、これは PC 構造物に限らず、全ての構造物に対して言えることである。

(3)維持管理コスト削減のための技術開発 劣化の早期発見は、維持管理コストの削減にも繋がるため、劣化や損傷が進行する前にできる限り対応するべきであるが、予算や人員には限界があり、対策を講じる構造物を限定しなければいけないのが現実である。これらの問題を少しでも解消するためには、十分な予算を確保することに加え、維持管理の省力化と高精度化を実現する新技術の開発も必要である。近年は、点検・診断にロボットや AI 等の支援技術を活用して効率化を図っている。

(4)長期的な維持管理計画の重要性 今後は、全ての構造物において LCC を考慮することも重要である。構造物の健全度がまだ高い段階で小規模な修繕を繰り返した場合は、健全度がかなり低下した段階で大規模な修繕を施した場合よりも、使用期間が長くなるほど高い健全度を保つことができるだけでなく、コストも抑えることができる場合がある。つまり、目先だけを考えずに長期的な維持管理計画を立て、十分な予算を持続的に確保して、構造物を適切に維持管理していくことが望ましい。近年は、ビッグデータの解析や 3 次元データの活用などにより補修・修繕などの計画の最適化を推進している事例もある⁵⁾。最新技術を取り入れ、進歩させながらインフラが維持管理される時代が来るが、更に PC の技術をこれまで以上に導入してゆけば、より安心・安全な社会を造り上げていくことができる。

参考文献

- 1) 下村匠:フレッシュマンのための PC 講座, プレストレストコンクリート工学会, 平成 28 年
- 2) プレストレストコンクリート構造の維持管理 <https://www.j-cma.jp/j-cma-pics/10007328.pdf>
- 3) PC 橋の維持保全のあり方 http://www.hrr.mlit.go.jp/road/hozen_kaigi/img/1_kouen4_siryo.pdf
- 4) 一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会 <https://www.pcken.or.jp/pubinfo/gallery/hoshu/pc-shoban>
- 5) 新技術・データを活用したインフラ維持管理の効率化とその横展開について <https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/reform/wg6/180510/pdf/shiryou5.pdf>

防災における無電柱化の重要性に関する調査

A17326 澤井 友哉

指導教員 木全 博聖

1. 自然災害が頻繁に発生する国

自然災害には暴風、豪雨、台風、地震、津波、噴火など様々なものがあるが、日本はこれらの自然災害が多発する国である。特に日本は、ユーラシアプレートや太平洋プレートなどが重なり合う地震大国であり、地震の発生頻度は世界4位である。表-1は、過去10年間の地震発生回数である¹⁾。特に、東日本大震災が起きた2011年には10680回、熊本地震が起きた2016年には6587回発生している。

台風は、暴風や豪雨などをもたらす自然災害である。表-2は、過去10年の台風発生回数である²⁾。2010年以外の年では20回を超えており、2013年には31回の台風が発生した。地球温暖化の影響で年々、台風の規模が大きくなっており、2018年に発生した台風21号では、最大瞬間風速58.1m/sを記録した。

現在の電柱は風速40m/sを想定した設計がされているため、2018年に発生した台風21号のような規模の台風が発生すると、倒壊や曲げ破壊等の危険性がある³⁾。電柱等の倒壊等は、道路の封鎖や家屋の損壊(写真-1)、停電等を引き起こす。しかし無電柱化を行えば、そのような被害は大幅に抑えられる。また、避難や緊急車両の通行を妨げることもなく、多くの人々が救助できる可能性が高まる。無電柱化は、自然災害による二次被害を大幅に減少させる高い効果があるため、自然災害が多発する日本では、積極的に進めるべき施策である。

本稿では、30年以内に発生されるとされている南海トラフ地震などに備え、無電柱化を実施している地方都市の取り組みや、2013年に東日本大震災で甚大な被害を受けた岩手県が、どのように無電柱化を実施しているかを調査した結果を報告する。

2. 愛知県東海市の無電柱化

東海市の市内の主要道路は、市道のほか国道3路線、県道8路線で構成されている⁴⁾。令和元年の時点では、道路延長の512.02kmに対し、4.06kmしか無電柱化が実施されておらず、無電柱化率は0.8%という状況である。無電柱化が整備済みの場所は、市の玄関口とされている太田川駅周辺(写真-2)や、横須賀御殿跡等の歴史的文化資源が多数分布されている場所に限られている。

東海市は、発生が予測されている南海トラフ地震や、大型台風等の自然災害に対する防災機能の強化が必要であることや、訪日外国人や国内からの観光客の増加が見込まれることから、令和2～11年度の10年間で、市の管理する道路の延長3kmの無電柱化を推進することを発表した。無電柱化を行う場所は、図-1に示すように、緊急輸送道路や公立西知多総合病院の周辺である。緊急輸送道路は国道155号と国道247号のバイパスであり、災害時にこの道路に障害物が発生すると、救援物資の輸送や緊急車両の通行に困難が生じる。この道路は、名古屋方面と中部国際空港方面をつなぐ経路でもある。病院周辺も同様に、無電柱化を行うことで、電柱倒壊による道路封鎖がなくなり、多くの人が病院に辿り着くことができる。

表-1 過去10年の地震発生回数

2009年	1,631回	2014年	2,052回
2010年	1,313回	2015年	1,841回
2011年	10,680回	2016年	6,587回
2012年	1,904回	2017年	2,025回
2013年	2,387回	2018年	2,179回

表-2 過去10年の台風発生回数

2009年	22回	2014年	23回
2010年	14回	2015年	27回
2011年	21回	2016年	26回
2012年	25回	2017年	27回
2013年	31回	2018年	29回



写真-1 電柱倒壊による道路封鎖
および家屋の損壊



写真-2 太田川駅周辺（東海市）

東海市は、今後発生する自然災害による二次被害を出さないために、無電柱化を行っている。過去に大きな自然災害を受けていないにも関わらず、無電柱化を推進する高い防災意識を持つ地方自治体と言える。

3. 岩手県の無電柱化

2011年3月に東日本大震災で発生した津波により、電力柱・電信柱併せて約56000本が倒壊・損傷した⁵⁾。無電柱化が行われていた地域も被害を受けたが、被害率は架空線に比べて1/25であった。

津波により壊滅的な被害を受けた岩手県の沿岸地域では、災害に強い新たなまちづくりが進められ、被害を軽減するために、宅地や道路の嵩上げなどの造成工事が行われている。無電柱化が行われるのは、宮古市や陸前高田市など4市2町を繋ぐ、国道45号である。国道45号は岩手県の主要道路であり、緊急輸送道路にもなっている。この道路を無電柱化することで得る効果は大きい⁶⁾が、図-2に示す通り、約120kmのうちのわずか14.6kmしか無電柱化が計画されていない。自然災害で甚大な被害を受けた東北の都市でさえ、無電柱化は全くと言っていいほど推進されていない。

写真-3は、津波によって更地になり、造成工事が終了した大槌町である。周辺に何も無い道路に電柱だけが林立しているという、異様な光景が広がっている。この光景を異様に感じるかどうか、無電柱化を進めるうえで大切である。造成工事の際に地中に電線類を埋設する設備を作れば、無電柱化の費用が削減されるため導入されやすいはずだが、無電柱化はまだ十分に認知されておらず、日本人にとって電柱があることは当たり前になっているため、現在も電柱が建てられている。

4. 本研究のまとめ

今回調査した岩手県大槌町のように、大規模な造成工事をして一からまちづくりをする場合は、無電柱化を導入しやすいはずであるが、無電柱化は一部の道路や住宅街でしか実施されず、ほとんどが被災前と同じ、電柱が林立している状態に戻されてしまう。無電柱化の条件が揃っているにも関わらず、防災をはじめとする意識が低い⁷⁾ため実施されず、自然災害が発生した際にまた甚大な被害を受けてしまう。一方の愛知県東海市は、これまで大きい自然災害は受けていないが、南海トラフ地震等の発生に備え、無電柱化を積極的に取り組んでいる地方都市である。主要駅の周辺では既に無電柱化が実施済みであり、主要道路や病院の周辺も計画されているので、自然災害が発生した際に被害が軽減され交通や復旧作業、救助活動がスムーズに行うことができる。

無電柱化を行うことで、景観の改善や交通安全の向上などの効果を得ることができるが、自然災害により甚大な被害を受けている日本では、防災効果が向上するというメリットが特に大きい。過去に起きた自然災害では、架空線に比べて無電柱化は、受けた被害が少ない。被災後の復旧が容易で迅速だからといって、電柱を選ぶのではなく、被害を受けにくい無電柱化を選ぶことが重要である。

参考文献 1) 災害の多い国、日本 <https://www.jihoken.co.jp/kasai/jishinmadoguchi/cat1/247/> 2) 気象庁 HP 台風の発生数 <https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/statistics/generation/generation.html> 3) 澤井友哉:激甚化する風災害における電柱の危険性に関する調査, 令和2年都市環境総合セミナー3 概要, 2020年 4) 東海市無電柱化推進計画 www.city.tokai.aichi.jp/secure/43555/honpen.pdf 5) 国土交通省 HP 東北地方整備局 [mudenchu.pdf\(mlit.go.jp\)](http://mudenchu.pdf(mlit.go.jp))



図-1 東海市の道路と無電柱化済・無電柱化計画道路



図-2 岩手県の無電柱化整備道路



写真-3 大槌町の主要道路

修士論文概要集 第 11 号

－ 第 30 期修了生 －

令和2年度 修士論文研究概要集 目次

氏 名	研 究 題 目	所 属	頁
伊牟田 凌雅	宿泊施設のにおいに対する漆喰塗料の消臭性能に関する研究	光田	伊牟田-1～8
出口 智也	自転車通行位置に及ぼす要因分析と心理学的対策の実証的検討	嶋田	出口-1～8
古田 淳士	機械油汚染地盤に対する各種非掘削浄化技術の開発と今後の展望	棚橋	古田-1～8

宿泊施設のにおいに対する 漆喰塗料の消臭性能に関する研究

伊牟田 凌雅¹・光田 恵²

¹ 大同大学大学院工学研究科都市環境デザイン学専攻かおりデザインコース
(〒457-8530 名古屋市南区滝春町 10 番地 3)
E-mail: dmc1901@stumail.daido-it.ac.jp

² 大同大学工学部建築学科かおりデザイン専攻
(〒457-8530 名古屋市南区滝春町 10 番地 3)
E-mail: mitsuda@daido-it.ac.jp

本研究では、宿泊施設内のにおいの特徴を把握し、その対策として機能性建材の一つである漆喰塗料を用いた消臭性能を明らかにすることを目的とした。実際の宿泊施設を対象として、においに関するアンケート調査を行い、宿泊施設のおいとして体臭、香水臭、たばこ臭が主な苦情の原因となってることを把握した。次に、漆喰塗料の消臭機能を調べるため、単一物質に対する基本的な消臭性能試験を行い、酸性物質の低減効果が確認できた。また、苦情の対象となっているたばこ臭、体臭、香水臭のうち、香水臭と体臭の質的变化が確認できた。さらに、漆喰塗料が体臭、香水臭のどの成分を有意に低減除去するのかを把握するため、体臭、香水臭の代表的な臭気物質に対する消臭性能評価を行った。その結果、体臭では酢酸、イソ吉草酸、ヘキサノ酸において有意な低減が認められたが、香水を構成している単一物質においてはいずれも有意な濃度低減は認められなかった。客室のにおいは、体臭と香水臭と混ざり合った状態で苦情につながることもあるため、香水臭と体臭の成分を調査して、混合臭を用いた消臭性能実験を行った。その結果、初期の評価は不快であったものが、快側へ変化し、においの質的改善が認められた。

以上より、漆喰塗料によりすべてのにおい物質が低減除去できなくとも、一部の物質が低減されることで、全体のにおい質が変化し、不快でないにおい空間へ変化させられる可能性が見いだせた。

Key Words: accommodations , questionnaire survey , odor control , Perfume odor , body odor

1. はじめに

近年、日本国内では、以前にも増してにおいの問題について注目が集まってきており、より身近な問題となってきた。以前は、野外焼却や工場等から発生するにおいなどが問題となっていた。最近では、家庭から発生する調理臭や洗濯物の柔軟仕上げ剤などの芳香などが近隣トラブルにつながるケースも出てきている。また、人に関わるにおいについて、体臭や口臭のほか、本来ならば良い香りとされる香水や柔軟仕上げ剤などのにおいが、過度の使用により周囲に対して不快感を与える状況が生まれている。このような状況から「スメルハラスメント」や「香害」という言葉が誕生し、問題とされるようになってきている。このように以前と比べると、においの問題がより身近なものとなってきているのである。

さらに、国際化が進み、習慣や文化的な違いからくるにおいの問題も出てきており、多様な人が利用する宿泊施設などでは、そのようなにおいの問題が生じてきているとも言われている。

そこで、本研究では、宿泊施設内のにおいの問題の現状を把握し、それらの臭気対策を検討するために、国内外の宿泊施設に対し、においに関するアンケート調査を実施した。また、アンケート調査の結果を基に、実際に問題となっているにおいを対象として、近年注目されつつある機能性建材の1つである漆喰塗料に着目し、その消臭性能を明らかにするための実験を行った。

本論文の構成を図1に示す。

第1章では、本研究の背景と目的を説明し、既往研究の調査から本研究の位置づけ、本論文の構成について述べた。

第2章では、宿泊施設のにおいに関するアンケート調査を行い、施設内のにおいの特徴を把握し、宿泊施設におけるにおいの問題点の抽出を行った。

第3章では、第2章で得られた知見をもとに、苦情となるにおいに関連する複数の臭気物質と、たばこ臭、体臭、香水臭を用いた実験を行い、機能性建材である漆喰塗料の基本的な消臭性能を把握した。

第4章では、より現実的な状況を想定し、第3章で得

られた知見をもとに、香水臭と体臭成分であるヘキサン酸の混合臭を用いて漆喰塗料の消臭性能評価を行い、漆喰塗料の臭気対策としての有用性を検討した。

第5章では、各章で得られた知見をまとめて結論とし、今後の展望を述べた。

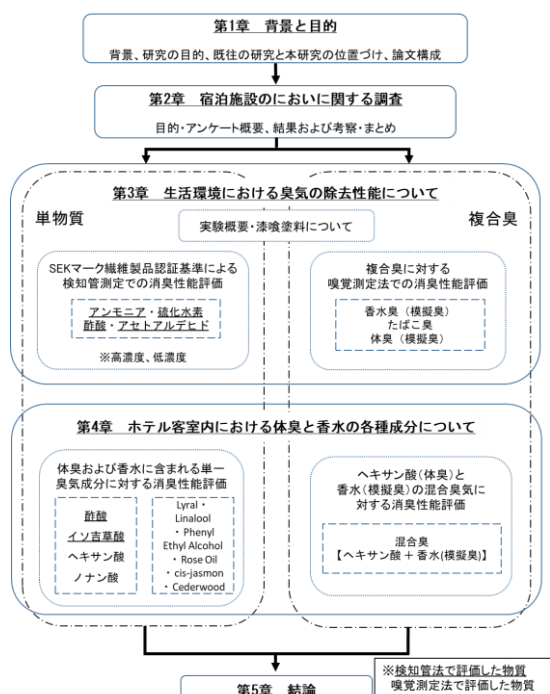


図1 論文構成

2. 宿泊施設における調査

(1) 目的

宿泊施設における問題に対処策を立てる上で、実際の宿泊施設ではどのような問題があるのかを把握するために、苦情となるにおいの種類、そのにおいの存在場所などをアンケート調査により明らかにした。

(2) 方法

a) 調査対象

アンケートは、主に国内の宿泊施設を対象として実施し、宿泊施設全体を把握している施設管理者に E-mail での回答を依頼した。

b) 調査項目

質問項目は表1に示すとおりで、計10問である。

1では、宿泊施設において実際にはどれくらいにおいについての苦情があるかを確認している。2ではにおいが理由で売止（問題を解決するために客室を一時的に使用しないこと）となってしまう頻度について確認している。3では、1に関して宿泊施設のどのエリアに関する苦情が最も多いかを確認している。また、3に関して4では客室、5では共用部についてそれぞれ苦情の挙がっ

ているにおいの場所について確認をしている。6ではにおいの原因として考えられるものを確認している。7では宿泊施設利用者のチェックアウト後に清掃スタッフが客室において気になるにおいがある場所、8では7に関して清掃後にも消えないにおい、9では8において「食べ物」という回答についてそれらが具体的にどんなにおいであるのかを確認している。10では宿泊施設で実際に行っているにおいに対する処置について確認をしている。なお、4、5、6、7、8、9、10の7問は複数回答可とした。

表1 質問項目

質問番号	質問内容
1	ゲストからのにおいに関する苦情はありますか？
2	においが理由で客室が売止になることはありますか？
3	どのエリアのにおいに関する苦情ですか？
4	客室におけるにおいの苦情は、どこのおいですか？
5	共用部におけるにおいの苦情は、どこのおいですか？
6	においの原因として考えられるものを選んでください。
7	チェックアウト後、清掃時に客室で気になる箇所を挙げてください。
8	質問7に関して、清掃後も消えないで困るものは何がありますか？
9	質問8で「食べ物臭」を選択した方は、その具体的内容を下記から選択ください。
10	質問7で消臭のために処置（処方）されていることはありますか？

(3) 結果および考察

a) 調査対象の概要

回答の得られたのは、計186件（国内183ヶ所、海外3ヶ所）であった。国内の回答があった宿泊施設の地域分布としては、「北海道」10ヶ所(5.4%)、「東北」3ヶ所(1.6%)、「関東」79ヶ所(42.5%)、「中部」30ヶ所(16.1%)、「近畿」29ヶ所(15.6%)、「中国」5ヶ所(2.7%)、「四国」3ヶ所(1.6%)、「九州」10ヶ所(5.4%)、「沖縄」14ヶ所(7.5%)となっている。

各宿泊施設の客室の数で宿泊施設の規模を、「～50室」、「51～100室」、「101～300室」、「301～500室」、「501～700室」、「701～室」と分類した。その結果、「～50室」が30ヶ所(16.1%)、「51～100室」が11ヶ所(5.9%)、「101～300室」が96ヶ所(51.6%)、「301～500室」が27ヶ所(14.5%)、「501～700室」が9ヶ所(4.8%)、「701～室」が13ヶ所(7.0%)となっている。

宿泊施設の宿泊形態の確認を行った結果、「宿泊主体型」が68件(36.6%)、「フルサービス型」が53件(28.5%)、「ラグジュアリー」が18件(9.7%)、「リゾートホテル」が12件(18.8%)、「その他」が12件(6.5%)となっている。「その他」には「サービスアパートメント」「旅館」という回答があった。

b) 各質問項目に対する結果

「1. ゲストからのにおいに関する苦情はありますか？」の問いに対する回答をまとめたところ、「多い」32件

(17.2%)、「たまにある」117件(62.9%)、「ほとんどない」33件(17.7%)、「まったくない」4件(2.2%)であった。

「2. においが理由で客室が売止になることはありますか?」に対する回答を集計すると、「多い(週に数回)」が18件(9.7%)、「たまにある(月に数回)」が86件(46.2%)、「ほとんどない(年に数回)」が74件(39.8%)、「まったくない」8件(4.3%)であった。

「3. どのエリアのにおいに関する苦情が最も多いですか?」の回答を集計すると、「客室」が150件(80.6%)、「共用部」が12件(6.5%)、「同程度」が24件(12.9%)であった。

「4. 客室におけるにおいの苦情は、どこのおいですか?(複数回答可)」の回答を集計すると「全体」が100件(53.8%)、「寝室」が57件(30.6%)、「バス・トイレ」が89件(47.8%)、「エアコン」36件(19.4%)、「家具」が13件(7.0%)、「その他」が26件(3.5%)であった。また、「家具」には「カーテン・ソファ」が含まれており、「その他」には「タオル」「クローゼット」等の回答があった。

「5. 共用部におけるにおいの苦情は、どこのおいですか?(複数回答可)」の回答を集計すると「廊下」が84件(50.3%)、「トイレ」が41件(24.6%)、「エレベーター」が37件(22.2%)、「浴場・脱衣所」14件(8.4%)、「レストラン・売店」が8件(4.8%)、「その他」が8件(4.8%)であった。また、「その他」には「玄関」「喫煙室周辺」等の回答があった。どちらも、人が多い空間での回答が多かった。

「6. においの原因として考えられるのものを選んでください。(複数回答可)」の回答を集計すると「たばこ臭」が120件(64.5%)、「香水・アロマ臭」が109件(58.6%)、「体臭・汗臭」が82件(44.1%)、「カビ臭」が63件(33.9%)、「下水臭」が65件(34.9%)、「食べ物」が32件(17.2%)、「嘔吐臭」が10件(5.4%)、「その他」が15件(8.1%)であった。また、「その他」には「アルコール」等の回答があった。

「7. チェックアウト後、清掃時に客室で気になる箇所を挙げてください。(複数回答可)」の回答を集計すると、「全体」が98件(52.7%)、「寝室」が54件(29.0%)、「バス・トイレ」が84件(45.2%)、「エアコン」が36件(19.4%)、「家具」が19件(10.2%)、「タオル」が7件(3.8%)、「その他」が12件(6.5%)であった。また、「家具」には「カーテン・ソファ」が含まれており、「その他」には「クローゼット」等の回答があった。

「8. 上記の「7」に関して、清掃後も消えないで困るものはありますか?(複数回答可)」の回答を集計すると、「たばこ臭」が108件(58.1%)、「香水・アロマ臭」が127件(68.3%)、「体臭・汗臭」が63件(33.9%)、「カビ臭」が43件(23.1%)、「下水臭」が48件(25.8%)、

「食べ物」が38件(20.4%)、「嘔吐臭」が24件(12.9%)、「その他」が16件(8.6%)であった。また、「その他」には「アルコール」「排泄臭」等の回答があった。「その他」には「餃子」「チーズ系」「ソース(弁当)」等の回答があった。

「9. 「8」で「食べ物臭」を選択した方は、その具体的内容を下記から選択ください。(複数選択可)」の回答を集計すると、「キムチ」が26件(68.4%)、「しょうゆ(カップ麺)」が8件(21.1%)、「みそ(カップ麺)」が8件(21.1%)、「イカ系(おつまみ)」が7件(18.4%)、「カレー(カップ麺)」が5件(13.2%)、「魚介・カニ」が4件(10.5%)、「その他」が10件(26.3%)であった。「その他」には「餃子」「チーズ系」「ソース(弁当)」等の回答があった。

「10. 「8」で消臭のために処置(処方)されていることはありますか?(複数回答可)」の回答を集計すると、「消臭スプレー」が143件(76.9%)、「オゾン」が138件(74.2%)、「空気清浄機」が86件(46.2%)、「換気」が78件(41.9%)、「消臭剤」が36件(19.4%)、「その他」が20件(10.8%)であった。また、その他には「エアコン」等の回答があった。

c) 宿泊施設利用者とスタッフの意識の比較

図2に、宿泊施設利用者からのにおいの苦情が多い場所とスタッフの気になるにおいの場所を示す。スタッフの気になるにおいの場所については、チェックアウト後に清掃スタッフが客室において気になるにおいがある場所を示している。

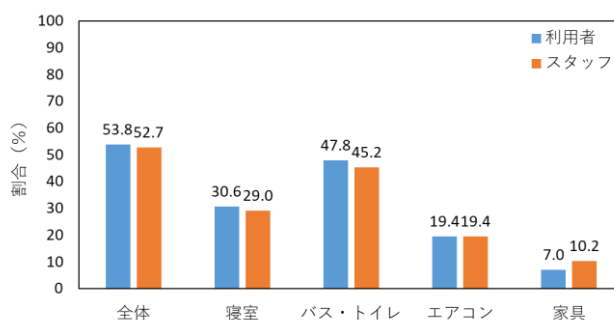


図2 宿泊施設利用者がにおいの苦情にあげる場所とスタッフの気になるにおいの場所

客室におけるにおいの苦情とスタッフが気にしているものがほぼ一致している。苦情によくあがるため、スタッフが、一層においを気にしている可能性があるが、苦情となるにおいに関しては、スタッフにもにおいがあることを認識していると考えられる。

図3に、宿泊利用者が客室のにおいの原因として考えているものとスタッフが清掃後に残るにおいを比較した結果を示す。スタッフが清掃後も消えないで困るにおい

としてあげているものと、宿泊施設利用者がにおいの原因として考えられるものと酷似している。使用された客室に清掃が入っても気になるとされるにおいが十分に除去されず、次の利用客に影響しているという悪循環が生じている可能性が示唆される。

現状のにおい対策だけでは、対策は十分とは言えず、苦情を引き起こすにおいの存在が、売止につながっている現状が明らかとなった。

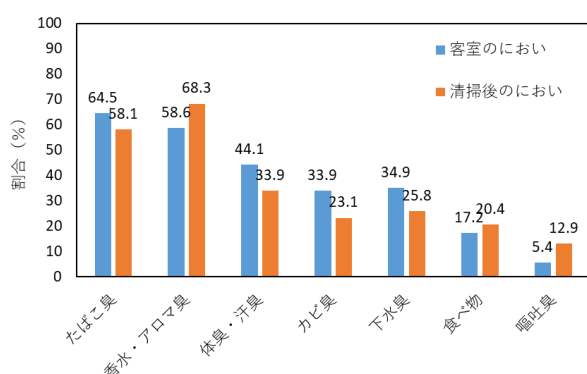


図3 客室のにおいと清掃後に残るにおい

(4) 小括

宿泊施設内における問題の現状を把握し、それらの対策について検討することを目的として行ったアンケート調査の結果、回答の得られた宿泊施設のうち、97.8%でにおいに関する苦情を受けたことがあると回答していた。また、客室では「全体」「バス・トイレ」「寝室」、共用部では「廊下」「トイレ」「エレベーター」のにおいが気になるという意見が多かった。問題となるにおいの種類は、主に「たばこ臭」「香水・アロマ臭」「体臭・汗臭」であることが確認できた。

今後も多くの利用が考えられる宿泊施設において、におい問題が深刻化していくとも考えられる。そのため、本調査結果を踏まえ、宿泊施設、特に客室の臭気対策について検討していく必要がある。

3. 漆喰塗料の生活環境における臭気に対する消臭性能評価

(1) 目的

アンケート調査結果を踏まえ、機能性建材である漆喰塗料の基本的な消臭性能を把握するため、単一臭気物質としてアンモニア、硫化水素、酢酸、アセトアルデヒドの4種類と、複合臭としてたばこ臭、体臭、香水臭を対象に実験を行った。

(2) 漆喰塗料を塗布した試験片の概要

本研究で使用する漆喰塗料を塗布した試験片（以下、塗料片）と漆喰塗料を塗布していない試験片（以下、ブランク片）を図4に示す。

漆喰とは一般に、消石灰に糊・苧・粘度・砂などを混ぜた資材のことを指し、壁の上塗りや、石や瓦、煉瓦の隙間を塞ぐために用いる材料で、空気中の二酸化炭素を取り込んで徐々に硬くなる。

図4のとおり、一見、塗料片とブランク片の区別はつきにくいですが、ブランク片はガラス板にテープを貼っただけであるのに対し、塗料片はブランク片のテープの上に漆喰塗料を塗布している。

実際の空間に漆喰塗料を塗布した場合の消臭効果を確認したいため、実験に用いる試験片の大きさは、図5に示すとおり、実用されることを想定して決定した。6畳相当の部屋の照明を除く、天井と天井から0.8mの壁4面に塗料を塗布した条件を想定して試料負荷率を $0.825\text{m}^2/\text{m}^3$ に設定した。

6.5cm 角 (42.25cm^2) の試験片を用いると、空間の容積にあたるバッグの容積は5.12L となることから、5L サンプルングバッグに試験片1枚を入れて実験を行うこととした。

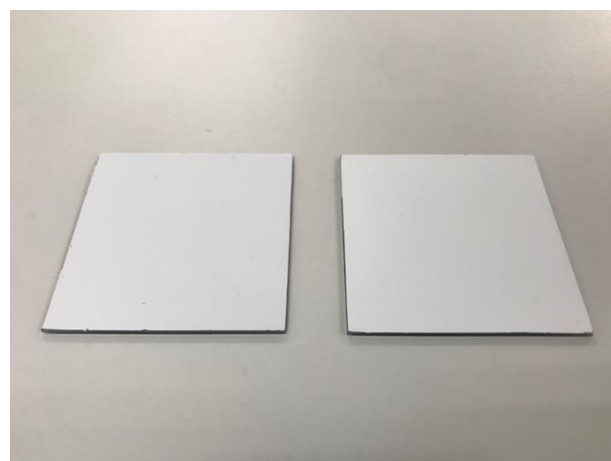


図4 試験片（左：ブランク片、右：塗料片）

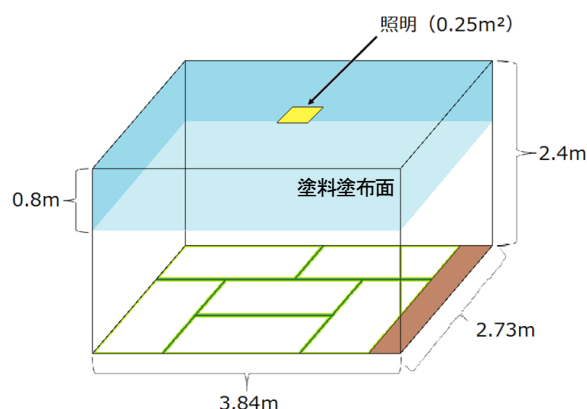


図5 実空間での漆喰塗料の塗布面積の想定

(3) 単一臭気物質を用いた消臭性能試験

a) 設定濃度

高濃度では SEK マーク繊維製品認証基準¹⁾による初発濃度、低濃度では臭気強度と臭気物質濃度の関係より臭気強度 4 に相当する濃度に設定した。設定した初発濃度を表 2 に示す。なお、アセトアルデヒドは検知管の測定範囲により、低濃度の測定は行えなかった。

表 2 単一臭気物質の初発濃度

物質名	高濃度 (ppm)	低濃度 (ppm)
アンモニア	100	10
酢酸	30	9
硫化水素	4	0.7
アセトアルデヒド	14	-

b) 実験手順

5 L サンプリングバックを 2 個用意し、一方には塗料片を入れ、もう一方にはブランク片を入れる。そこへ、液体試料から気化させ設定濃度に調整した試料ガス 5 L をそれぞれ試験片が入ったサンプリングバックへ移し、時間経過による試料ガスの濃度変化をガス検知管を用いて測定し、漆喰塗料の単一臭気物質に対する消臭効果を検討した。

c) 結果および考察

図 6 に漆喰塗料の有無による酢酸（高濃度）の濃度変化の結果を、図 7 に漆喰塗料の有無による酢酸（低濃度）の濃度変化の結果を示す。また、図 8 に酢酸濃度の残存率比較グラフを示す。

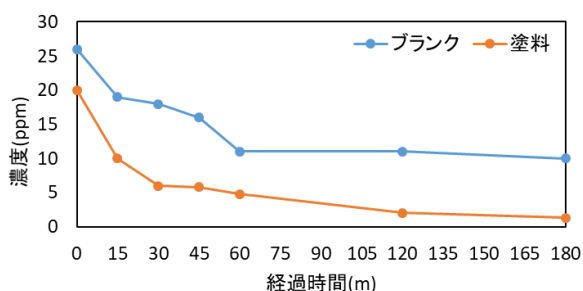


図 6 高濃度の酢酸を用いた実験結果

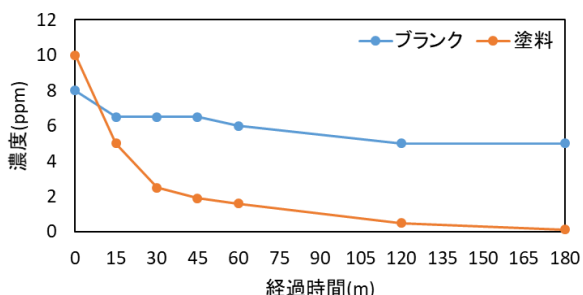


図 7 低濃度の酢酸を用いた実験結果

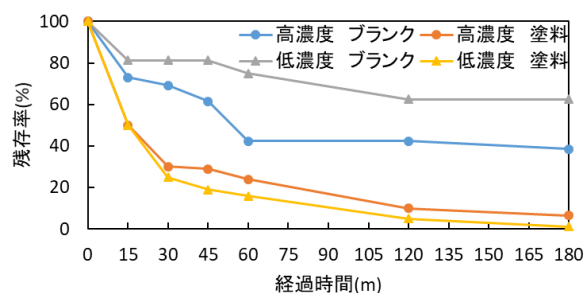


図 8 酢酸の残存率の経時変化

漆喰塗料の有無で比較すると、塗布している方が 10 ppm から 24 時間で検知管の検知限度以下となった。また、残存率が 15 分で 50 % となり、180 分に 10 % 以下となり著しく濃度低下していることが認められた。

また、その他の物質については、硫化水素で 24 時間経過するとわずかに塗料による濃度低下がみられた。アンモニアとアセトアルデヒドについては、ブランク片と塗料片を比較して、塗料片の有意な物質濃度の低下は認められなかった。

(4) 複合臭を用いた消臭性能試験

a) 試料作成方法

香水の処方箋^{2, 3)}を表 3 に示す。無臭空気で満たした 5L バッグに香水を 1mL 注入し、60℃に設定した保温庫で 24 時間放置し気化させたものを原臭とした。

たばこ臭は、国内のたばこの売上数量が最も多いメビウススーパーライトを選定し⁴⁾、密閉状態にさせた三角フラスコ内でたばこ 1 本を燃焼させ、3 分後に 100mL 採取し、無臭空気で満たした 3L におい袋に注入し原臭とした。

体臭の処方箋を表 4 に示す^{5, 6, 7)}。無臭空気で満たした 1L バッグに試料を 1mL 注入し 40℃に設定した保温庫で 24 時間放置し、気化させたものを原臭とした。

表 3 香水の処方箋

香料名	割合 (%)	香料名	割合 (%)
Linalool	20	Ambroxan 10%DPG	10
Lylal 10%DPG	15	Galaxolide 50 BB	13
Phenylethyl alcohol 10%DPG	7	Indole 10%DPG	2
Iso E super 1%DPG	5	Musk T	8
Rose Oil 1%DPG	7	Cedarwood Oil	8
cis-jasmon 10%DPG	5	合計	100

表 4 体臭の処方箋

物質名	割合 (%)
ジアセチル	22.2
ヘキサナール	32.6
トリメチルアミン	3.0
アセトアルデヒド	42.2
合計	100.0

b) 実験手順

臭気濃度の測定は、10L バッグを 2 個用意し、一方にはブランク片を 2 枚、もう一方には塗料片を 2 枚入れて密封し、試料ガスを注入し、28℃に温めた保温庫に入れた。0 時間、3 時間後、6 時間後の臭気濃度を三点比較式臭袋法により測定した。また、各測定時間に、臭気強度、快不快度などのにおい感覚評価も行った。

c) 結果および考察

臭気濃度について、3 試料すべての試料においてブランクとの差がみられなかったため、塗料による複合臭の臭気濃度は低下しないと推察される。これは、複合臭の中の 1 つの臭気物質が除去されてもほかの臭気物質がバッグ内に残存しているため、臭気濃度が低下しなかったと考えられる。

表 5 に香水の自由記述、表 6 に体臭の自由記述の結果を示す。

表 5 香水の自由記述

経過時間	被験者	ブランク	塗料
0時間	①	フローラルのような甘くて重い香水 ややキコッぽいにおいがする くどい	まったりとしたくどい香水のにおい とにかく重たい、少し紅茶っぽい
	②	甘酸っぱい、明るい ちょっとキツイ、重たいフローラル	重たいフローラル、明るい 香水、あまい、少しホコリっぽい
	③	オレンジのような甘いにおい さっぱりしたにおい	さっぱりして甘いオレンジのような におい
3時間	①	ずっと嗅いでいたら気分が悪くなり そう、少し酸っぱい、フローラル系 つやっぽいにおい	スーツとするにおい 防虫剤のようなにおい
	②	香水、あまい、さわやか 重たいフローラル、においが残りそう	溶剤、スースーする、ツンとする 消毒液、フローラル、柑橘、 ややかわいらしい、甘さ
	③	スティックのりのようなにおい 嫌いじゃない	消毒液のようなツンとしたにおい
6時間	①	鼻に残るようなくどさと独特な甘さ くせのあるフローラル	シブや防虫剤のような独特な渋さ 少しスーツとする
	②	酸っぱい、濃い、厚い 鼻がムズムズする、香水	少しスーツとする、鋭い、刺激 シトラスとフローラルが混ざった感じ
	③	オレンジのようなさわやかなにおい	スーツとする メンソールのような刺激がある

表 6 体臭の自由記述

経過時間	被験者	ブランク	塗料
0時間	①	酸っぱい、ヨーグルトをさらに発酵 させたようなにおい 少し溶剤っぽい	溶剤のようなにおい、酸っぱい 不快、強い
	②	バター、脂っぽい やや青臭い	発酵臭、酸味が強い ほんのトリメチルアミン
	③	濃いめのヨーグルト 詰まったような息苦しい感じ	溶剤っぽい、好きではない かなりツンとくる、目にくる
3時間	①	生臭い、酸っぱい、油っぽいにおい ヨーグルトの劣化したにおい	酸っぱい、少しマイルド やや不快
	②	古くて汚い 発酵臭、腐ったヨーグルト	ヨーグルトの甘さ、乾いたにおい ややスパイス、古タンク
	③	酸味が強いヨーグルト臭	息がつかまるようなまとわりつくにおい 嫌い
6時間	①	油かすのようなまったりとしたにおい 酸っぱいにおい	青臭いにおい、少しヨーグルトっぽい 厚みのあるにおい、青いバナナ
	②	発酵臭、ヨーグルトのような甘味 鋭い	溶剤、酢のような酸っぱさ 熟していない果物
	③	鼻にまとわりつくヨーグルト臭	溶剤のようなシンナーのようなツンと くるにおい 嫌い

香水では、0 時間から 3 時間にかけて不快の評価に変わったことから、におい質の変化がみられた。また、自由記述より、フローラルのにおいからメンソールのよう

な刺激臭や溶剤のにおいに変化した。塗料片によって一部の物質が除去されにおい質に変化が生じた可能性が示唆された。

体臭では、自由記述によるにおい質評価でヨーグルト臭だったのが、熟していない果物のような青臭さも感じられるようになった。その理由として、模擬臭のうちのアセトアルデヒド以外の物質が低減され、模擬臭に含まれている割合の多かったアセトアルデヒドが残存し、評価に影響したものと推察できる。

(5) 小括

低濃度の酢酸実験において 3 時間経過時に、10ppm から 0.125ppm の低下がみられ、アルカリ性の性質を持つ漆喰塗料の、酸性物質に対する消臭性能が確認できた。

複合臭の中では、体臭と香水臭で、不快感が軽減されるようなにおいの質的变化がみられた。

今後は、実空間には複数の臭気が同時に存在することから、そのような状況を想定した、漆喰塗料の消臭性能評価を実施する必要があると考えられる。

4. 漆喰塗料の宿泊施設の客室内における体臭と香水の混合臭に対する消臭性能評価

(1) 目的

漆喰塗料の基本的な消臭性能を把握することができたため、より現実的な状況下での消臭性能を把握することを目的とした。人が香水を使用した状況を想定し、香水臭と体臭の代表成分の一つであるヘキサン酸を調合し混合臭に対する消臭性能試験を行った。

(2) 方法

a) 実験方法

20L サンプルングバッグを 2 個用意し、1 個にはブランク片を 4 枚、もう一方に塗料片を 4 枚入れ密封し、濃度調整を行った試料ガス（複合臭）を 20L ずつ注入した。それを、官能評価法を用いて臭気強度（6 段階臭気強度尺度）、快不快度（9 段階快不快度尺度）、容認性（受け入れられるか、受け入れられないかの 2 段階尺度）、においの質（自由記述）の 4 項目について評価した。測定間隔は、0 分、15 分、30 分、45 分、1 時間、2 時間、3 時間、24 時間の 8 回測定を行った。被験者としてパネル選定試験に合格した 21～22 歳の男女合わせて 14 名の学生を採用した。

b) 試料ガスの調整方法

10L の無臭空気を充填したサンプルングバッグを 4 個用意し、そのうち 2 個に 5μL の香水模擬臭液を注入、残りの 2 個には体臭の成分の一つとされるヘキサン酸を 0.5μL 注入した。香水模擬臭液は 35℃の恒温槽で 24 時

間放置し、ヘキサン酸は60℃の恒温槽で3時間放置し気化させ、20L サンプリングバッグに香水ガスとヘキサン酸ガスを 10L ずつ入れ、混合臭とした。この方法で、20L サンプリングバッグ 2 個の混合臭を作成した。

(3) 結果および考察

臭気強度の結果を図 9 に示す。塗料片とブランク片が入ったそれぞれのバッグを用いた評価結果を比較すると、ブランク片では臭気強度が約 1 段階低下し、塗料片では臭気強度が約 1.5 段階低下した。

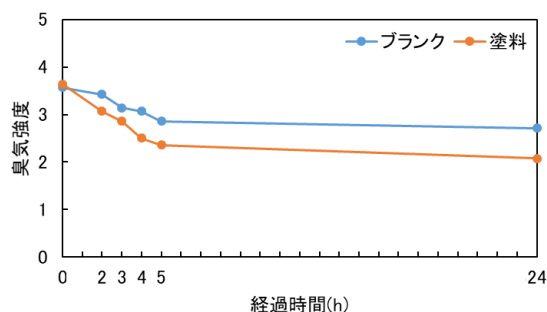


図 9 臭気強度の経時変化

快不快度の結果を図 10 に示す。塗布片では、0 分で 1.5 (やや不快～不快) であったが、3 時間経過したときに不快から快側へと徐々に変化し、24 時間経過したときには +1.2 (やや快～快) となった。ブランク片と比較すると約 2 段階の差がみられた。

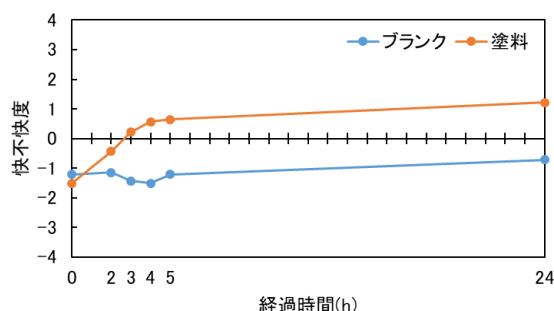


図 10 快不快度の経時変化

容認性評価結果から、非容認率 (受け入れられないと回答した人の割合) を求め、図 11 に示す。

塗料片、ブランク片ともに 80% から始まり、ブランク片では 24 時間経過後に 60% であったが、塗料片では、3 時間経過した時点で 30% 以下となり、4 時間経過した時点で 20% 以下となった。これは、日本建築学会の臭気規準許容値である非容認率 30% と基準値である非容認率 20% と比較すると、3 時間経過時に許容値以下となり、4 時間経過時に基準値以下となる結果となった。

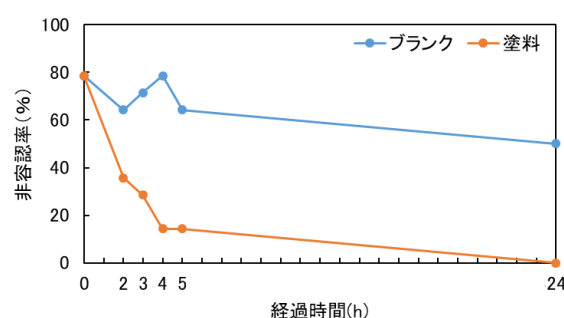


図 11 非容認率の経時変化

各測定時間における質の自由記述を表 7 に示す。におい質自由記述か、塗料片では「甘く酸っぱい体臭」という評価から「やや酸っぱくて甘い花のようなにおい」へと変化していることが分かる。

表 7 経時変化によるにおいの質評価

経過時間	塗料	ブランク
0時間	甘い (5) 酸っぱい (やや) (7) 体臭 (4) 薄い (2) 苦め (やや) (2) フローラル 埃っぽい ふわふわした 落ち着いた 腐ったような 革のような (2) 動物臭 (やや) むわっとした	甘い (やや) (6) 酸っぱい (やや) (5) 体臭 (5) 花のような (3) 古い (やや) (2) ツンとする (やや) (2) こもった 洗いたい 刺激臭 (やや) スーッとした さみしそうな 生臭い (やや)
2時間	甘い (7) 酸っぱい (やや) (7) 花のような (3) 体臭 (2) やわらかい (2) 油っぽい 上品な 薄い ビニール臭 ツンとする 水っぽい 冷たい 刺激臭 動物の尿 重い むわっとした こもった	酸っぱい (9) 甘い (やや) (6) 体臭 (6) 花のような (5) 古い (2) 植物臭 刺激臭 古い 動物の尿のような
3時間	花のような (8) 甘い (やや) (6) 酸っぱい (やや) (6) やわらかい (3) 優しい (2) 上品な 大人な スーッとした 冷たい 苦み しぶい 体臭 むわっとした	酸っぱい (6) 体臭 (5) 甘い (3) ツンとする (やや) 濃縮させたような 重い あたたかい どんよりとした
4時間	甘い (やや) (7) 花のような (7) 酸っぱい (やや) (4) ふわふわした (2) やわらかい (2) 紙粘土 (2) 乾いた (2) スーとした 薄い ビニール臭 (やや) 女性的な やさしい 落ち着く 体臭	酸っぱい (やや) (9) 体臭 (6) フローラル (2) 洗いたい 刺激的 (やや) 乾いた 甘い 重い 苦みのある こもった
5時間	花のような (6) 酸っぱい (6) 甘い (やや) (4) 女性的な (3) 紙粘土 (3) やわらかい (2) 乾いた (2) 古い (2) 洗いたい やさしい すっきりとした	酸っぱい (やや) (7) 汗臭い (やや) (4) 古い (やや) (2) 甘い (2) むわっとする 清涼感 湿ったような 生っぽい (やや) フローラル 薄い 濁った
24時間	花のような (5) 甘い (4) シトラス (4) 土っぽい (3) 古い (2) やさしい (2) 暖かい (やや) (2) ふわふわした (2) ビニール臭 (やや) (2) ゆったりした 乾いた きれいな 酸っぱい (やや)	酸っぱい (やや) (8) 体臭 (6) 古い (4) 甘い 弱い やさしい ラベンダーのような 湿ったような 粉っぽい スーッとする

(4) 小括

香水臭と体臭成分であるヘキサン酸の混合臭において、漆喰塗料がヘキサン酸の除去を行い、それに伴い香水臭の感覚的影響が大きくなり、全体として快側の評価になったと考えられる。漆喰塗料を用いることで、混合臭に対して一部の臭気を取り除き、全体として不快感の緩和が図れる可能性が見いだせた。

5. 結論

本研究では、近年増えつつあるにおいの問題として、宿泊施設内におけるにおいの問題の現状を把握し、それらの対策について検討することを目的として、宿泊施設に対してにおいに関するアンケート調査を行い、機能性建材の

1つである漆喰塗料の消臭性能を検討する実験を行った。その結果、得られた知見をまとめると以下のとおりである。

- 1) においに関する苦情は、回答の得られた宿泊施設のうち97.8%で受けており、深刻であることが把握された。
- 2) においが原因で、客室などでの売止状態になったことがあると回答した施設が95.7%であり、においが原因で一時的に客室が使用できない状態が生まれ、客室の回転率が低下している実態が把握できた。
- 3) 清掃前の客室のにおいと清掃後の客室のにおいに共通しているものが多く、清掃してもとれないにおいが存在しており、実際に行われているにおいの対策がうまく機能していないことが明らかとなった。
- 4) 客室のにおいの種類は、「たばこ臭」が24.2%、「香水・アロマ臭」が22.0%、「体臭・汗臭」が16.5%で、この3種類が苦情の主な原因であることが明らかとなった。
- 5) 消臭性能試験で酢酸において3時間経過時に、高濃度では20ppmから1.3ppm、低濃度では10ppmから0.125ppmの低下がみられた。アルカリ性の性質をもつ漆喰塗料の酸性物質に対する経時的な消臭性能が確認できた。
- 6) 漆喰塗料による香水と体臭の臭気濃度の低減は、ほとんど認められなかったが、におい質に変化が生じることが明らかとなった。
- 7) 香水臭と体臭成分のヘキサン酸の混合臭において、漆喰塗料で、不快側から快側へ移行した。これは、混合臭から塗料により体臭成分のヘキサン酸が取り除かれ、香水のにおいが残存したことで、におい質が「酸っぱい体臭」から「花のようなにおい」へ変化したものと推察された。

以上より、漆喰塗料が酸性物質に対し有効であり、快、不快のにおいが複数存在することで不快な空間を作っている場合には、不快臭を低減することで、感覚的に快側のにおいの影響が大きくなり、空間全体のにおい質が快側へ変化する可能性があることが明らかとなった。

昨今のにおいの問題は、複合的な混合臭が問題となるケースが多いため、漆喰塗料で低減除去ができないにおいについては、それぞれのにおいに適した対策を検討することが必要である。一方で、漆喰塗料を用いることにより、混合臭のうちの体臭などの酸性物質を低減させ、全体のにおい質を変化させられることが見いだされたことは、必ずしもすべてのにおいを低減除去しなくても良いとも言え、臭気対策の新たな手法の考え方につながる

可能性がある。

今後は、漆喰塗料の他の臭気に対する消臭性能の検証や小型チャンバーから実際の部屋のようにより大きな空間での検証、実際の空間同様、換気を行った場合の効果の検証といった他の要因の影響も考慮して検討することが課題である。

謝辞

本研究の主旨を理解し、快く実験にご協力頂いた被験者の皆様に心から感謝申し上げます。においの測定に関してご指導いただきました棚村壽三准教授、岩橋尊嗣先生、大学院生の近藤早紀氏に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 一般社団法人繊維評価技術協議会：SEK マーク繊維製品認証基準、1998
- 2) 名香と呼ばれる殿堂入りの香水人気ランキング！
メンズ・レディース、香水ランキング.com
<https://香水ランキング.com/ranking-of-perfume/2/>
- 3) クロエ オードパルファム、L 'ATELIER DES PARFUMS
<https://www.latelierdesparfums.jp/chloe-edp-spray-75ml-1>
- 4) 厚生労働省：平成11～12年度 たばこ煙の成分分析について（概要）
<https://www.mhlw.go.jp/topics/tobacco/hour-koku/seibun.html>
- 5) 伊牟田凌雅，小崎有紗，光田恵，岩橋尊嗣，棚村壽三，中村皇紀：漆喰塗料の消臭性能に関する研究－ホテルのにおい調査と漆喰塗料の消臭性能評価－，第32回におい・かおり環境学会講演要旨集，2019年8月
- 6) 伊牟田凌雅，内藤美沙稀，光田恵，岩橋尊嗣，棚村壽三，中村皇紀：宿泊施設における臭気対策に関する研究－漆喰塗料を用いた複合臭に対する官能評価－，第33回におい・かおり環境学会講演要旨集，2020年12月
- 7) 佐藤夢子，小河和貴，光田恵，石黒真衣，藤井泰樹，浅野幸康：寝具への付着臭の特性とその対策 第1報 枕カバーへ付着した頭皮のにおい特性，第27回におい・かおり環境学会講演要旨集，2014年8月

自転車通行位置に及ぼす要因分析 と心理学的対策の実証的検討

出口 智也¹・嶋田 喜昭²

¹ 大同大学大学院 工学研究科 都市環境デザイン学専攻 (〒457-8532 名古屋市南区白水町 40)

E-mail: dmc1902@stumail.daido-it.ac.jp

² 大同大学教授 工学部建築学科 土木・環境専攻 (〒457-8532 名古屋市南区白水町 40)

E-mail: shimada@daido-it.ac.jp

近年、道路交通法の改正や「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン」の公表等により、自転車の取り締まり強化や通行空間の整備など、自転車利用者に対して、安全に走行するための対策が実施されている。しかし整備された空間を利用せず、これまでの慣習で歩道通行を維持する自転車利用者も少なくないなど、利用と空間にギャップが生じている。

本研究では、愛知県豊田市を事例対象として、①自転車利用者の交通観測調査に基づき、自転車通行位置に及ぼす要因を分析した。その結果、後方の信号交差点の矢羽根マークの整備などが車道通行に影響を及ぼすことが把握された。また、②社会心理学の「同調現象」と「バンドワゴン効果」を援用した自転車の車道通行を促す実験を行った結果、それぞれ車道通行率を向上させる効果が示唆された。

Key Words : *bicycle, passing position, analysis of factors, road structure, social psychology*

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

自転車はクリーンかつエネルギー効率の高い交通手段であり、短距離移動を中心に近年その利用ニーズが高まっている。とりわけ、With/Postコロナの新しい生活様式における交通手段としても注目されており、自転車交通の重要性が見直されている。一方、「交通事故戦争」と言われ交通事故が激増していた1970(昭和45)年に、緊急避難的に自転車の歩道通行を可能とする交通規制が導入されて以降、車両としての自転車の位置付けや通行空間が曖昧なままとなってきた。都市計画道路等も自転車と歩行者が共用する「自転車歩行者道」を前提に整備されてきた経緯がある。そうした中、近年、自転車と歩行者をはじめとする自転車関連事故等について問題視されるようになってきた。また、対自動車事故に関しても必ずしも歩道通行が安全でないことが統計データ等で示されている。¹⁾

そこで国土交通省および警察庁では、2008(平成20)年1月に、今後の自転車通行環境の模範となる「自転車通行環境整備モデル地区」を全国で98箇所指定し、自転車道48.3km、自転車専用通行帯(自転車レーン)39.1km、自転車

歩行者道251.6km(うち自転車通行位置の明示は122.5km)が整備されてきた。また2012(平成24)年11月には、「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン」の策定(2016(平成28)年7月に一部改定)により、自転車ネットワーク計画の考え方や「車道通行」を前提としたネットワーク路線の整備形態の選定方法など自転車通行空間の計画・設計の基本的な方針が示された。

こうした状況により、各地で自転車通行空間の整備が進められつつあり、愛知県豊田市においても安全で快適な自転車利用環境の創出に向け、国、県、警察等と連携し、2015(平成27)年5月に「とよた快適自転車プラン」が策定された。本プランでは、2015(平成27)年度から2017(平成29)年度の3年間において、市の中心部や交通事故が多い路線を優先に約30kmの自転車通行空間を整備するなど、人と環境に優しい自転車のまち豊田の実現を目標とし、第10次豊田市交通安全計画と連携を図り、重点的に交通事故削減を推進している。加えて、2017(平成29)年5月に自転車活用推進法が施行されたことを契機として、豊田市でも当初から取り組んできた自転車事故削減の取り組みを加速させるとともに、国の動きや市の実情に応じた自転車利用の促進を図るため、2020(令和2)年12月に「豊田市自転車活用推進計画²⁾」が策定さ

れたところである。

しかしながら、これまで豊田市で整備された自転車通行空間をみると、県内他市で整備された自転車通行空間と比べて利用率が悪く³⁾、整備された空間を利用せず、従来の慣習（1970年代に歩道通行可の規制導入）に従った通行を維持する自転車利用者も多いなど、利用と空間にギャップが生じている。

以上の認識に基づき、本研究は、豊田市を事例対象として、①自転車利用者の自転車通行空間（車道）利用に影響を与える要因について調査、分析するとともに、②社会心理学の知見を援用した車道通行を促進させる方法について実証実験を行うことにより、自転車ネットワークの整備過渡期における車道利用の向上策を検討することを目的とする。

なお、本研究は公益財団法人豊田都市交通研究所との共同研究の一環として実施するものである。

(2) 研究の方法

本研究では、自転車通行空間（車道）利用の向上を図るための対策を検討する。その方法として、①自転車利用者の通行位置に影響を及ぼす要因を探るべく、2018年～2020年にかけて豊田市内の自転車通行空間の整備対象路線27箇所（単路部）において、ビデオ撮影による自転車利用者の交通観測調査を行った。その後、自転車通行位置(車道通行)に及ぼす要因を、二項ロジスティック回帰分析を用いて分析する。

また、②社会心理学を援用した実験では、まず「同調現象」を狙い、サクラの自転車通行車を動員して意図的に車道通行の割合を高め、一般の自転車利用者を車道通行に促すことができないか実験を行う。次に、「バンドワゴン効果」を狙い、多くの人が車道を利用しているという情報をサイン（看板）によって提供し、車道通行を促すことができないか実験を行う。

(3) 本研究の位置づけ

①自転車の通行位置に及ぼす影響要因について扱った既往研究は多く見られるが、なかでも本研究と同様に単路部に着目した通行位置の要因を扱ったものをみると、主に意識調査を用いたもの、走行実験によるもの、観測調査によるものに分類できる。

意識調査を用いた研究として、小川ら⁴⁾は大学の自転車通学者を対象としたアンケートにより、歩道設置道路における歩車道選択行動に及ぼす要因を分析し、歩道上の状態と車道上の自動車交通量が影響していると指摘している。岡田ら⁵⁾は仮想空間画像CGを用いた利用者意識調査により歩車道の選択要因を探り、路面標示が車道通行の効用を高めることを指摘している。

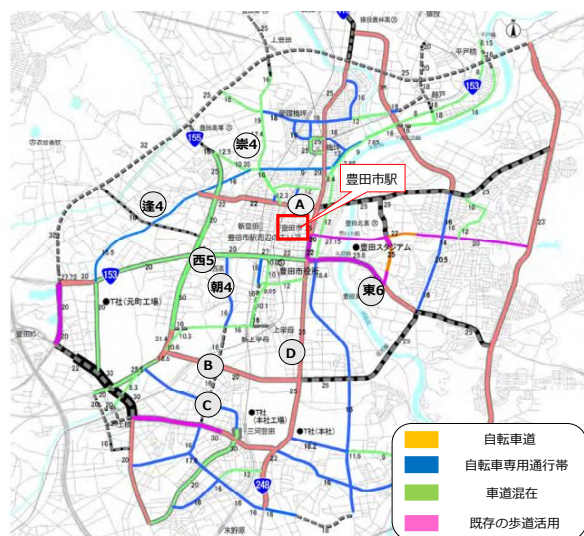
また、実際の走行実験により影響要因を調査した研究

として、西原ら⁶⁾の研究があり、車道端部の自転車走行空間が狭くても、省スペース構造（エプロン幅5cm）によって自転車利用者の安心感意識を大きく改善できることを指摘している。

そして、本研究と同様に観測調査を用いた研究として、横関ら⁷⁾は、都内11箇所「車道のみ」「歩道+車道」「自転車歩行者道+車道」「歩道+普通自転車通行指定部分+車道」「自転車歩行者道+自転車専用通行帯+車道」「歩道+自転車道+車道」の6パターンに分類して観測調査を行い、通行位置の選択には、個人属性、進行方向、自転車専用通行帯の有無や普通自転車通行指定部分の有無、車道と歩道の位置変更のしやすさ等の道路属性、路上駐車の有無や交通量が影響しており、それらが選択行動に大きな影響を与えていることが示唆されている。

本研究は、上記の横関らの研究と類似した研究であるが、自転車通行可の規制がなされた歩道を有する道路単路部において、車道混在型の自転車通行空間が整備（矢羽根マーク（以下、矢羽根）による整備）されているといった、自転車ネットワーク整備過渡期の暫定運用路線を対象として自転車利用者の通行位置に着眼している点や、多くの箇所を調査している点に特徴を持つ。

一方、②車道通行を促進させる方法に関する研究についても多くあり、例えば、曾我部ら⁸⁾はピクトグラム等のデザインを検討しており、整備後の自転車通行空間がきちんと運用されるためには、色彩は地域の景観条例を鑑み、配慮する必要があること、形状は統一すること、大きさや設置方法は複数のパターンを設定して路線の状況ごとで判断することが望ましいこと等を提示している。山中ら⁹⁾は自転車走行指導帯の整備とともに街頭指導を行うことにより、整備路線の延長路線、接続路線、周辺路線においても、自転車の車道左側通行が浸透し、空間的波及効果があることを示している。このように自転車の通行適正化について、利用者の心理特性を踏まえた空



豊田市自転車活用推進計画²⁾より加筆して作成
図-1 豊田市の整備状況と調査箇所（学区）の位置図

間整備に優れた研究が蓄積されている。そこで本研究では、車道通行を促進させるために、社会心理学に着目し、「同調現象」と「バンドワゴン効果」を援用することにより、車道通行へ促す効果があるのかを検証することにより特徴を持つ。

2. 自転車利用者の通行位置に及ぼす要因分析

(1) 豊田市内の通行空間の現状

豊田市では、自転車の短距離利用(5km未満)の多い豊田市駅を中心とした半径5km区域内部を対象とする図-1に示す自転車ネットワーク計画(30.2km)が策定され、2020(令和2)年度末現在ではそのうちの約95%が整備された。整備形態としては、車道混在が約23.5km、歩道活用が約5.4kmである。

(2) 交通観測調査の概要

2018～2019年度では豊田市内の中学校3校（逢妻中学校、崇化館中学校、朝日丘中学校（以下、それぞれ逢妻、崇化館、朝日丘））、高校2校（豊田西高校、豊田東高校（以下、豊田西、豊田東））の計5校の周辺道路23箇所において、ビデオ撮影による自転車の交通観測調査を行った。また、2020年度においては4章のバンドワゴン効果実験の看板を設置した4箇所で行った。調査対象箇所を図-1に表す。

なお、調査対象箇所については、自転車ネットワーク路線に選定されている既整備及び未整備区間から、現在の整備形態の割合に似るように選定した。

交通観測調査を行った日時等の詳細を表-1に示す。道路隅や照明柱などにビデオを設置して撮影を行い、3年間で延べ286時間分のビデオ映像を得た。

(3) 調査結果の計測項目

交通観測調査において撮影したビデオ映像を基に、各調査地点毎に交通状況の計測範囲（縦断方向で20mの範囲）を定める。そして、自転車交通が計測範囲に差しかった瞬間の計測範囲の状況について、表-2に示す項目を記録していく。

道路構造については、それぞれの中間点における幅員等情報を整理した。信号交差点の面積については、交差点で2段階右折時に信号待ちをする道路の隅切り部（以下、滞留部）の面積について計測を行った。定義は順走方向で考え、後方は2段階右折時の信号待ちの時に利用されるであろう隅切りの面積を計測し、前方の滞留部の面積については手前の真っ先に行きつく隅切りの面積を計測した。

表-1 交通観測調査の概要

	逢妻	崇化館	朝日丘	豊田西	豊田東	A,D	B,C
調査年	2018年		2019年			2020年	
調査日	6/5.6 12.13	6/7.8 14.15	4/15.16 22.23 5/27.28	4/17.18 24.25 5/29.31	5/13.14 20.21 6/24.25	10/13.20.27 11/4.10.17.24 12/1.8	10/15.22.29 11/5.12.19.26 12/3.10
調査箇所数	4	4	4	5	6	2	2
矢羽根箇所	2	4	2	3	2	2	2
撮影時間	7~9,17~19	7~9,17~19	7~9	7~9	7~9	7:15~8:45	7:15~8:45
ビデオ時間	32	32	48	60	60	27	27

表-2 交通観測調査の計測項目

対象	項目
自転車	性別、世代、自転車車種、通行方向、通行位置
歩行者	歩行者数
自動車	5分間交通量
道路構造	歩道幅員、車道(第1車線)、路肩、1kmあたりの乗り入れ箇所 植樹帯、後方、前方の信号交差点 (面積、矢羽根の有無、滞留部の明記の有無)

表-3 調査対象箇所毎の集計結果

	性別	世代	車種	通行方向	通行位置
調査箇所名	男	中高生	一般車	順走	車道
	女	その他	スポーツ タイプ	逆走	歩道 車道通行率
逢妻 (4箇所) n=2238	1623	1032	1836	1102	71
	614	1206	402	1136	2167 3.2%
崇化館 (4箇所) n=1530	1164	710	1215	1197	522
	366	820	315	333	1008 34.1%
朝日丘 (4箇所) n=979	784	255	775	676	202
	195	724	204	303	777 20.6%
豊田西 (5箇所) n=3904	2620	2713	3490	3019	271
	1284	1191	414	885	3633 6.9%
豊田東 (6箇所) n=3958	1543	3203	3708	1560	22
	2415	755	250	2398	3936 0.6%
地点A (1箇所) n=431	231	202	396	257	110
	200	229	35	174	321 25.5%
地点B (1箇所) n=325	252	45	209	301	181
	73	280	116	24	144 55.7%
地点C (1箇所) n=360	239	297	350	319	121
	121	63	10	41	239 33.6%
地点D (1箇所) n=924	636	402	695	650	110
	288	522	229	274	814 11.9%
全体 (27箇所) n=14649	9092	8859	12674	9081	1610
	5556	5790	1975	5568	13039 11.0%

(4) 計測項目の集計結果

前節の計測項目の集計結果を表-3に示す。性別は豊田東以外の地点においては、男性の割合が高くなっている。世代については中学・高校の周辺で調査を行ったため、中高生の割合が高い結果となっている。車種に関しては、スポーツタイプの自転車の割合が高い所は地点Bが最も高く、35%を計測した。進行方向では、概ね順走率が50%を超えている箇所が多く見られる。肝心な車道通行率は、崇化館や地点B,Cでは30%以上を観測した。他の地区においては1桁台の箇所が多くあるなど割合が低くなっている。

なお、各項目の合計とデータ数nが合っていない場合があるが、それはビデオ映像での判定には限界があり、通行者の属性が不明瞭の場合はカウントに入れていないためである。

(5) 自転車通行位置に及ぼす要因分析

自転車利用者の通行位置(車道利用)に影響を及ぼす要因を探るため、本研究において着目している車道混在型の整備箇所を対象として要因分析を行う。車道走行の有無を目的変数とし、自転車の通行位置に影響を与えることが予想される個人属性や道路構造等の表-4に示す変数を説明変数として、二項ロジスティック回帰分析を行う。

なぜ二項ロジスティック回帰分析を用いたのかは、二項ロジスティック回帰分析とは最尤法を用いた分析であり、目的変数が質的データであり、実測値などの量的データをそのまま説明変数として使用できるためこの分析方法で行う。なお、モデル構築における変数選択はステップワイズ(変数は増減法：P=0.2)で行った。

ここでは、4章で述べるバンドワゴン効果の実験等、他の要因が関与しない、実験前のデータのみを対象に、各地点の通行者の合計3407人(車道通行は541人)を対象とした二項ロジスティック回帰分析の結果を表-5に示す。偏回帰係数やWald値の値が大きいほど車道通行か歩道通行かの選択に影響を与えているといえるが、それを踏まえて見てみると最も影響を与えている変数は「後方の信号交差点内の矢羽根の有無」となっている。矢羽根が整備されているほど、より車道利用を選択する傾向がみられる。また、次点で影響を与えている変数は「歩道の幅員」である。歩道の幅員が狭いほど車道利用の選択をする傾向がみられ、「植樹帯の幅員」が広いほど車道通行する傾向があるという結果からも、歩道を狭く感じることが車道利用に影響を与えていることがわかる。利用者属性では「車種」が影響を与えており、スポーツタイプの自転車ほど車道利用の傾向があることがわかる。分析の精度を表す判別率の中率は86.9%と高くなっているが、細かく細分化にした表-6について見ると、車道通行の判別率の中率が37.3%と低いことは課題である。

表-4 二項ロジスティック回帰分析に用いる分析指標

目的変数		y	通行位置		1.車道走行ダミー		0.歩道走行	
説明変数	属性利用者	X1	性別	1. 男性ダミー 0. 女性	X8	1km当たりの 乗り入れ箇所数 (数/ k m)	実測値 (4数/ k m～87数/ k m)	
		X2	年代	1. 中高生ダミー 0. その他	X9	矢羽根の有無	1.有ダミー 0.無	
		X3	自転車の車種	1. 一般ダミー 0. スポーツタイプ	X10	後方の信号交差点内 の矢羽根の有無	1.有ダミー 0.無	
	交通状況	X4	歩行者の有無	1.有ダミー 0.無	X11	後方の信号交差点内 の2段階右折時における 滞留部明記の有無	1.有ダミー 0.無	
		X5	有効歩道幅員 (m)	実測値 (1.25m～4.52 m)	X12	後方の信号交差点内 の隅切りの面積 (m ²)	実測値 (0m ² ～23.1m ²)	
	道路構造	X6	植樹帯幅員 (m)	実測値 (0m～1.5m)	X13	前方の信号交差点内 の矢羽根の有無	1.有ダミー 0.無	
		X7	路肩+第1車線 幅員 (m)	実測値 (3.3m～5.47m)	X14	前方の信号交差点内 の2段階右折時における 滞留部明記の有無	1.有ダミー 0.無	
					X15	前方の信号交差点内 の隅切りの面積 (m ²)	実測値 (0m ² ～21.28m ²)	

表-5 二項ロジスティック回帰分析の結果
(車道混在型整備箇所のみ)

変数	ダミー変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	オッズ比	Wald	P値
性別	1.男性	0.803	0.375	2.23	33.02	**
	0.女性					
車種	1.一般	-1.191	-0.429	0.30	77.27	**
	0.スポーツタイプ					
歩行者	1.有り	0.726	0.304	2.07	35.95	**
	0.なし					
歩道幅員	実測値	-1.643	-1.538	0.19	132.40	**
植樹帯幅員	実測値	1.097	0.555	3.00	29.47	**
路肩+第1車線幅員	実測値	1.509	0.901	4.52	39.76	**
1km当たりの乗り入れ箇所数	実測値	0.014	0.293	1.01	7.52	**
後方の信号交差点内の 矢羽根の有無	1.有り	2.027	1.009	7.59	174.64	**
	0.なし					
後方の信号交差点 内の隅切りの面積	実測値	0.132	0.756	1.14	95.96	**
前方の信号交差点内の 隅切りの面積	実測値	0.081	0.493	1.08	24.58	**
定数項	-	-8.765		0.00	120.02	**
n=3407(541)	Cox-Snell R ² =0.207	Nagelkerke R ² =0.355		判別率の中率=86.9%		

表-6 二項ロジスティック回帰分析の結果(判別率の中率)

観測値/予測値	歩道	車道	判別率の中率
歩道	2759	107	96.27%
車道	339	202	37.34%
		全体	86.91%



図-2 同調実験の対象箇所

3. 同調現象を用いた車道通行率向上策の検討

(1) 「同調現象」とは

「同調現象」とは、集団状況で、他の成員が一致して自身と異なる主張をするとき、その主張に引きずられる現象のことを指す。「同調現象」に関する有名な実験として、アッシュの線分実験¹⁰⁾がある。アッシュは、お互いに未知の8人の学生を被験者として、線分が描かれた2枚のカードを示し、左のカードの線分と同じ長さの線分を右のカードの3つの線分の中から選ばせた。この実験では、本当の被験者は8番目に回答を要求される人のみで、他の7人の被験者は、全員一致して誤った回答を行う集団圧力試行であった。被験者の誤答は、集団圧力をかけられない統制条件では1%に満たないが、集団圧力条件では、多数者の判断に同調した誤答は、全判断の32%に達した。また、この全員一致の圧力は、多数派の3人から4人となる環境において最大になることを示した。本研究ではこの知見を援用し、サクラの自転車通行車を動員して意図的に車道通行の割合を高め、一般の自転車利用者を車道通行に促すことができないか実証実験を行う。

(2) 同調実験の内容・方法

同調実験の対象箇所を図-2に示し、実験方法を表-7に示す。車道を通行させる自転車（以下、サクラ自転車）の走行経路を図-3に示す。サクラ自転車の投入は、調査規模の制約から最大6台とした。アッシュの線分実験の成果も踏まえつつ、はじめの4日間はサクラ自転車を3台とし、自転車車種をスポーツタイプとママチャリで交互に実施した。自転車車種を複数用意したのは、同調圧力をかける車種による効果の違いを確認するためである。5日目以降は多数派人数の影響を探るため、2日間ごとに1台ずつ増やし、スポーツタイプの自転車とママチャリの自転車を混在して実施した。また、サクラ自転車の走行挙動のばらつきによる影響を制御するため、すべてのサクラ自転車について前車との走行間隔を約5秒、走行速度を15km/hで固定し走行させた。サクラ自転車の速度調整にはCAT EYE社製のサイクルコンピュータを使用した。走行区間は時計回りに往復するよう設定した。

(3) 車道通行率の変化

サクラ自転車台数別車道通行率を表-8に示す。表-8の3地点の傾向をみると、同調実験開始後は車道通行率が増加したが、サクラ自転車台数が増加するごとに車道通行率が減少していることがわかる。この主な原因として推察されるのは、サクラ自転車台数の増加に伴い、車道を通行している速度の速い自転車の走行円滑性を阻害したという点である。サクラ自転車の今回の設定速度（約

表-7 同調実験の概要

実施期間	2019/11/11～15 2019/11/18～22の平日10日間
サクラ自転車台数	11/11～11/14：3台 11/15・11/18：4台 11/19・11/20：5台 11/21・11/22：6台
サクラ自転車の車種	サクラ自転車が3台： 1日毎にスポーツタイプ3台とママチャリ3台を変更 4台以上：車種混在
走行方法	・ 走行経路は対象区間を時計回りに走行 ・ 北側交差点は自転車から下車し、手前横断歩道を徒歩にて横断 ・ 南側交差点では下車せず、2段階横断を2回行い、Uターン ・ サクラ自転車間隔は5秒毎に間隔をあけて走行 ・ 走行速度は一定となるように調整（15km/h）

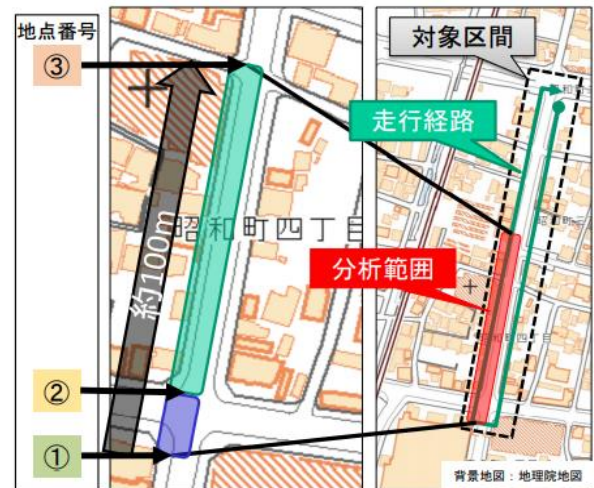


図-3 サクラ自転車の走行経路と分析範囲の拡大図

表-8 サクラ自転車台数別車道通行率

			交差点入口 地点①	交差点出口 地点②	単路部 地点③
同調 実験 中	事前	3台	-	-	29%
		4台	39%	46%	40%
		5台	24%	42%	25%
		6台	14%	22%	25%
	事後		20%	27%	30%

表-9 周辺の歩道・車道自転車数別通行位置の変化
雨天日除く

（地点①から地点②・交差点部）

周辺の歩道 自転車台数	周辺の車道 自転車台数	歩道⇒歩道		歩道⇒車道		合計
		台	率	台	率	
0台	1台	3	75%	1	25%	4
	2台	12	92%	1	8%	13
	3台以上	11	79%	3	21%	14
1台以上	1台	4	80%	1	20%	5
	2台	15	100%	0	0%	15
	3台以上	22	96%	1	4%	23
合計		67	91%	7	9%	74

フィッシャーの正確確率検定によるp値：0.139

15km/h) は成人としては一般的な速度であるとの成果を踏まえて設定したものであったが、若年層などの特定層からみるとやや遅い速度に該当している。そのため、特にスポーツタイプなどの速度の速い車両が接近した際に速度ギャップが発生し、サクラ自転車を回避するために歩道へ進入したといったことが当初の想定以上に発生した可能性がある。

(4) 周辺の自転車台数による通行位置の変化

周辺の歩道・車道自転車数別自転車通行位置の変化（地点①から地点②・交差点部）を表-9に示す。本集計では、歩道から車道へ移動した自転車の確認のため、地点①で歩道を通行している自転車を対象としている。同調効果が最も発揮されと考えられる、周辺の歩道自転車数が0台かつ車道自転車数が3台以上の場合では、通行位置を歩道から車道へ変えた自転車は14台中3台（21%）となった。次に、地点②から地点③（単路部）における周辺の歩道・車道自転車数別自転車通行位置の変化を表-10に示す。本集計では、歩道から車道へ移動した自転車の確認のため、地点②で歩道を通行している自転車を対象としている。周辺の歩道自転車数が0台かつ車道自転車数が3台以上の場合では、歩道から車道へ通行位置を変えた自転車はおらず、歩道から車道へ通行位置を変えた自転車は全体でも95台中2台（2%）となった。

4. バンドワゴン効果を用いた車道通行率向上策の実証的検討

(1) 「バンドワゴン効果」とは

「バンドワゴン効果」とは、多数派と報じられた情報に意見が引きずられる現象である。バンドワゴン効果の知見と近似した実験の例¹⁰⁾として、大学のキャンパス内の3つの場所で、1階または2階に上がるためにエレベーターを利用した人と階段を利用した人の数を提示したExercise-sign（階段を利用することで運動になる）とNorm-sign（ほとんどの人が階段を利用している）という2種類の看板によって変化があったかどうかをカウントする実験がある。その結果、Norm-signの場所では、エレベーター利用率が46%減少し、看板撤去翌週にも持続した効果があるという知見を得た。一方で、Exercise-signでは、看板なしでも、エレベーター利用率に有意な変化がないという結果がみられる事が把握された。

本研究ではこの知見を援用し、多くの人が車道を利用しているという情報をサイン（看板）によって提供し、車道通行を促すことができないか実験を行う。

(2) サイン（看板）設置による実証実験の概要

看板設置による効果検証を図-1のABCDの豊田市内4箇所での効果確認を行う。設置する看板を図-4に示す。地点ACにはバンドワゴン効果の情報を提供した看板を設

表-10 前方の歩道・車道自転車数別通行位置の変化
(地点②から地点③・単路部)

前方の歩道自転車台数	前方の車道自転車台数	歩道⇒歩道		歩道⇒車道		合計
		台	率	台	率	
0台	1台	12	100%	0	0%	12
	2台	23	100%	0	0%	23
	3台以上	24	100%	0	0%	24
1台以上	1台	6	100%	0	0%	6
	2台	13	93%	1	7%	14
	3台以上	15	94%	1	6%	16
合計		93	98%	2	2%	95

フィッシャーの正確確率検定によるp値：0.316

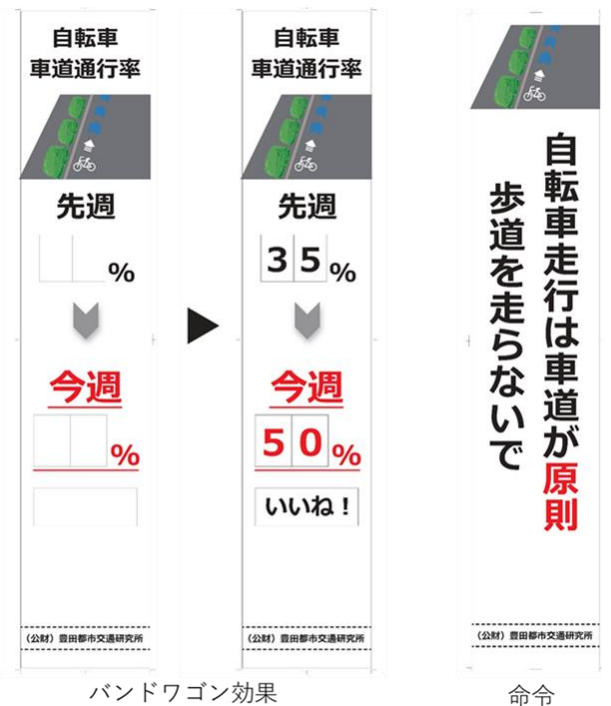


図-4 設置する看板のレイアウト

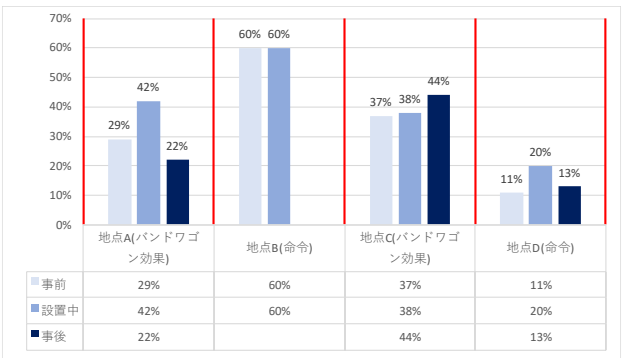


図-5 調査対象箇所毎の車道通行率の変化

置し、地点BDには通行ルールを明示した命令看板を設置したうえで効果確認を行う。各地点とも看板は2枚設置したが、地点Bのみ、事前の許可取りの段階で想定していた街灯が、設置時に撤去されていたため、1箇所のみである。

2種類の看板を用いた理由は、本研究室の過去の研究においてドライバーの生活道路の抜け道利用抑制に「命令」形式のサインが最も有効との知見を得たため、その比較分析を行うためである。

なお、実験の調査は看板設置前、設置中、看板撤去後の3パターンに分類され、それぞれ1か月程度のスパンを設けて実施した。また、各地点週1度現地に赴き、通勤通学により交通量が多くなる7時15分～8時45分の90分間で、ビデオによる交通観測調査と車道通行率を明示するため、自転車の数や通行位置の記録を行う。

(3) 看板の内容による車道通行率の変化

調査対象箇所の車道通行率を図-5に示す。どの地点も看板設置前に比べ、看板設置中の方が車道通行率の高い値もしくは現状維持を示す。特にバンドワゴン効果の看板を設置した地点Aでは10%以上高くなる結果がみられる。看板撤去してから約1か月後の事後調査では地点Aと地点Dでは、事前の段階の車道通行率に戻ってしまっている。一方で、地点Cでは看板設置中よりも高い値を示しているが、それが看板の効果なのか、たまたま起きた事象なのか定かではないため、調査箇所を増やすなどして明らかにする事は今後の課題である。なお、地点Bにおいては車道通行率が元々高い値を示したことや、事前と看板設置中において、ほとんど差異がないため、効果持続性については図り知れないと考え事後調査は行わなかった。

次にバンドワゴン効果の看板の内容によって車道通行率がどのように変化するかを表-11と表-12にまとめる。バンドワゴン効果の知見より、車道通行率の値が高いほどさらに車道通行率は向上していくことが仮定されるため、向上し続けることが望ましいが、両地点とも約50%程度までの向上に留まることがわかる。また、効果を高めるためにデザインに反映させた、褒め言葉の明示や、車道通行率が上昇していることが示されている週ではさらに車道通行率が向上する事が本来望ましい事象である。その観点から見ると、2地点で計6週分見られたが、車道通行率が向上もしくは微増はその半分しかみられない。特に、20%近く前の週から上昇が見られ、50%の通行率を看板に明示した週においては、その次の週で20%程減少することがわかる。一方で、看板の内容として減少が示されている週においては、上昇させないといけなのではという意識が働いたのか、ほとんどの週で上昇することがわかる。

表-11 地点Aにおける看板の内容と車道通行率の変化

地点A(バンドワゴン)	看板の内容	車道通行率	増減結果	平均
事前	10月13日	31%		29%
	10月20日	31%		
	10月27日	25%		
看板設置中	11月4日	31%→25%	8%	42%
	11月10日	25%→33%(いいね!)	19%	
	11月17日	33%→52%(いいね!)	-19%	
	11月24日	52%→33%	10%	
	12月1日	33%→43%(いいね!)	1%	
	12月8日	43%→44%(いいね!)	3%	
事後	1月19日	20%		22%
	1月26日	23%		

表-12 地点Cにおける看板の内容と車道通行率の変化

地点C(バンドワゴン)	看板の内容	車道通行率	増減結果	平均
事前	10月15日	30%		37%
	10月22日	44%		
	10月29日	37%		
看板設置中	11月5日	44%→37%	-4%	38%
	11月12日	37%→33%	6%	
	11月19日	33%→39%(いいね!)	-10%	
	11月26日	39%→29%	22%	
	12月3日	29%→51%(いいね!)	-20%	
	12月10日	51%→31%	14%	
事後	1月21日	44%		44%
	1月28日	44%		

表-13 モニター調査の概要

調査目的	バンドワゴン効果の確認と意識調査
調査日時	11/10、17 12/3、10
調査対象	大同大学学部生11名 豊田高専学生 14名 計25名(票)
調査方法	Google Formsを使い指定ルート を走行後にアンケート
調査内容	0.モニターの属性 1.通行箇所とその理由 2.3.看板認知や感じ方に関して 4.車道通行後に感じた事に関して

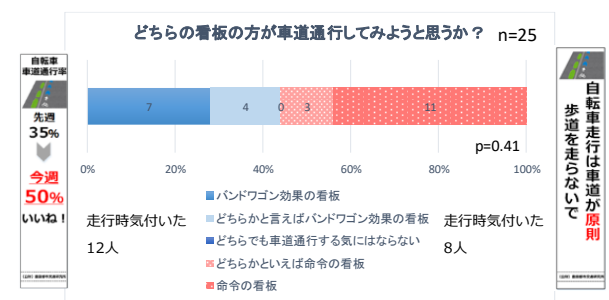


図-6 どちらの看板の方が車道通行するのか意識調査結果

5. モニター調査によるバンドワゴン効果の確認と意識調査

(1) モニター調査の概要

本調査の目的はバンドワゴン効果で用いた看板の設置効果に関する意見と、どのようにすれば車道通行してもよいと思えるか実際に利用者の声を聴く機会がなかったため、聴きたいという目的のもと調査を行った。モニター調査の概要を表-13に示す。1周約7-8分の指定したルートを走行後アンケートに回答して頂く。アンケートや

状況を変更しながら計4周分調査を行った。

(2) モニター調査の結果

バンドワゴン効果の実験で用いた看板2種類をそれぞれ異なる周で設置したところ、気付いた人数の割合は「バンドワゴン効果」の看板では25人中12人と約半数の人に気付いてもらうことができたが、「命令」の看板では25人中8人にしか気づかれない事がわかる。一方、図-6に示すように「どちらの看板の方が車道通行してみようと思うか」という問いではやや「命令」の看板のほうが車道通行するといった回答がみられる。

6. おわりに

本研究では、豊田市を事例対象として、自転車ネットワークの整備過渡期における車道利用の向上策を検討するため、①自転車利用者の自転車通行空間（車道）利用に影響を与える要因について調査、分析するとともに、②社会心理学の知見を援用した車道通行を促進させる方法について実証実験を行った。研究で得られた知見を以下に述べる

①交通観測調査より得られたデータを用いて要因分析を行った。利用者の属性では、「男性」であること、「スポーツタイプの自転車」であることが車道通行に影響を与えていることが判明した。また、最も影響を与えている変数として「後方の信号交差点内の矢羽根の有無」が挙げられ、交差点内に矢羽根が整備されているほど、車道通行する傾向がある事が判明した。この後方の信号交差点における矢羽根マークの整備は既往研究からも明らかにされておらず、新たな知見をとして考えられる。また、次点では、「歩道の幅員」や「植樹帯の幅員」が挙げられ、歩道は幅員が狭く、植樹帯は幅員が広い程車道通行する傾向がある事が判明したため、歩道の幅員を狭く感じさせる事が車道利用に繋がる事が把握された。

②「同調現象」を狙った実験では、開始後は車道通行率が増加したが、サクラ自転車台数が増加するごとに車道通行率が減少したことを示した。交差点部において、同調圧力が最も高まる条件下（周辺の歩道自転車数が0台かつ車道自転車数が3台以上の場合）で、通行位置を歩道から車道へ変えた自転車は21%であったことを示した。他方、単路部では同条件下では通行位置を歩道から車道へ変えた自転車はいないことが判明した。

「バンドワゴン効果」を狙った実験では、どちらの看板でも事前に比べ看板設置中では車道通行率が向上しており車道通行を促すことが示唆された。また、看板撤去後において車道通行率が元の値を示す箇所が複数ある中、バンドワゴン効果の看板を設置した地点Cでは、2

週連続高い値を示したものの、それが看板の効果なのか、それともたまたま起きた事象なのか定かではないため、調査箇所を増やすなどして明らかにする事は今後の課題である。

モニター調査においては、認知率はバンドワゴン効果の看板は高いものの、命令の看板の方がやや車道通行しようと思えるという結果が示された。

今後の課題は、分析や実験等継続して行うことが重要であると考ええる。特に「バンドワゴン効果」を狙った実験では、看板の設置という道路構造を作り直すよりも、はるかに安易な工程を踏むだけであるため、今回の2地点分だけではなく複数箇所行うことや、情報の伝え方等検討するなど継続して行うことが車道通行率の向上に繋がっていくと推察する。

そして、その後は本研究で得られた知見を基に自治体などに提言し、実際にまちなかに反映していくことが重要であると考ええる。

参考文献

- 1) (公財) 交通事故総合分析センター：「これで、あなたも自転車安全運転の達人」，(参照 2020-12)
- 2) 豊田市：とよた快適自転車プラン～豊田市自転車活用推進計画～（参照 2020-12）
- 3) 嶋田喜昭、小塚大輔：自転車専用通行帯の利用に及ぼす要因分析、交通工学研究発表会論文集 36、189-192、2016
- 4) 小川圭一、松隈矩之、押川智亮：歩道設置道路における自転車の歩車道選択行動に関する分析、土木計画学研究・講演集、Vol.38,2010.
- 5) 岡田卓也、吉田長裕：道路交通条件と個人の知識・経験を考慮した自転車利用者の歩車道選択要因に関する分析、土木学会論文集 D3(土木計画学)、Vol.70、No.5、2014
- 6) 西原大樹、辰巳浩、吉城秀治、森亮太、畑中浩太郎：車道端部の路面構造が自転車利用者の意識と挙動に及ぼす影響に関する研究、交通工学論文集、第4巻、第1号、pp.A-138-A-146、2018
- 7) 横関俊也、森健二、矢野伸裕、萩田賢司、牧下寛：観測調査からみた自転車利用者の通行位置・進行方向の選択傾向に関する分析、土木学会論文集 Vol.71、No.5、1_577-1_588、2015.
- 8) 曾我部春香・森田昌嗣・杉本美貴：自転車通行空間の路面表示・任意標識についての考察—自転車通行空間の利用促進のためのデザイン検討 (I) ，日本デザイン学会研究論文集、No.63、pp.53-68、2016
- 9) 山中英生、中川諒一郎、三国成子、尾野薫、岡野玲奈：細街路での自転車走行指導帯整備による通行秩序化空間波及効果の分析、交通工学研究発表会論文集、Vol.39、pp.43-47、2019.
- 10) 山岸俊男：社会心理学キーワード、有斐閣双書2001
- 11) Jerry M. Burger & Martin Shelton, Changing everyday health behaviors through descriptive norm manipulations, Social Influence 6(2):69-77, April 2011
- 12) 竹原友也：ドライバー心理を考慮した「抜け道」交通対策に関する研究、大同大学大学院修士論文、2013年

機械油汚染地盤に対する 各種非掘削浄化技術の開発と今後の展望

古田 淳士¹・棚橋 秀行²

¹ 大同大学大学院工学研究科都市環境デザイン学専攻（〒457-612-0818 愛知県名古屋市中区白水町 40）
E-mail:dmc1904@stumail.daido-it.ac.jp

² 大同大学工学部建築学科土木環境専攻（〒457-612-0818 愛知県名古屋市中区白水町 40）
E-mail:tanahasi@daido-it.ac.jp

棚橋研究室では約 20 年間、界面活性剤を用いた機械油汚染地盤の非掘削浄化技術の開発について研究を行ってきた。海外における界面活性剤を用いた非掘削浄化は機械油だけではなく VOC などの揮発性有機化合物や PCB などの汚染物質の浄化にも用いられている。日本は国土が狭く、工場（汚染源）などから排出された汚染や乳化液が敷地外に流出する危険があるためその施工事例は無く、非掘削浄化全体を見ても住民が迅速な完全浄化を望むため、時間のかかる非掘削浄化の事例は少ない。

海外で行われている界面活性剤を用いた機械油汚染地盤に対する非掘削浄化を日本国内で行うためには、敷地外に汚染油・乳化液を流出しない送液・回収方法の技術開発が必要であると考えた。20 年間の研究で得られた成果により汚染現場に用いることができそうな技術開発を行うと同時に汚染現場に必要な技術開発、クリアすべき課題が新たに判明した。

本研究は棚橋研究室の要する成果を応用するためにクリアすべき課題は何であるのか明確にし、20 年間の研究をまとめ、今後の展望について考察したものである。

Key Words: vadose zone, capillary fringe, machine oil, surfactant enhancement, without excavation

1. 研究背景・目的

現在、土壤汚染が問題となっている¹⁾。特に付着性・粘性が高く、揮発性に乏しい機械油は非掘削で地盤内から回収する技術はまだ確立されていない。棚橋研究室では 20 年間、界面活性剤を用いた機械油汚染地盤の非掘削浄化技術の開発を行ってきた。海外では界面活性剤を用いた機械油汚染地盤の非掘削浄化は行われており、界面活性剤での施工実績²⁾があると考えられる。油汚染対策ガイドライン³⁾を見ると界面活性剤を用いた非掘削浄化についての記載は無く、現在の日本において、汚染地盤の浄化は掘削除去での施工がほとんどであるため非掘削浄化はほとんど行われていない。原因として日本の国土が狭く、工場などの汚染源から敷地外へと汚染物質や乳化液が流出する危険があることが原因である。界面活性剤での機械油汚染地盤の非掘削浄化を行うた

めには、日本の現状に対応した浄化技術の開発が必要であると考えた。

界面活性剤を用いた機械油汚染地盤の浄化において最も問題となってくる点は不飽和帯に存在する油汚染領域をどのように浄化を行うかという点である。この不飽和帯に存在する汚染油の非掘削浄化について棚橋研究室では 20 年間研究を行ってきた。この 20 年間の研究成果により汚染現場に用いることができそうな浄化技術を複数、開発することできたと同時に新たに汚染現場に対する解決すべき課題が判明してきた。これらをまとめることにより解決すべき課題を明確にし、今後の展望として現場に応用できる技術開発の提案を本論文の研究目的としている。

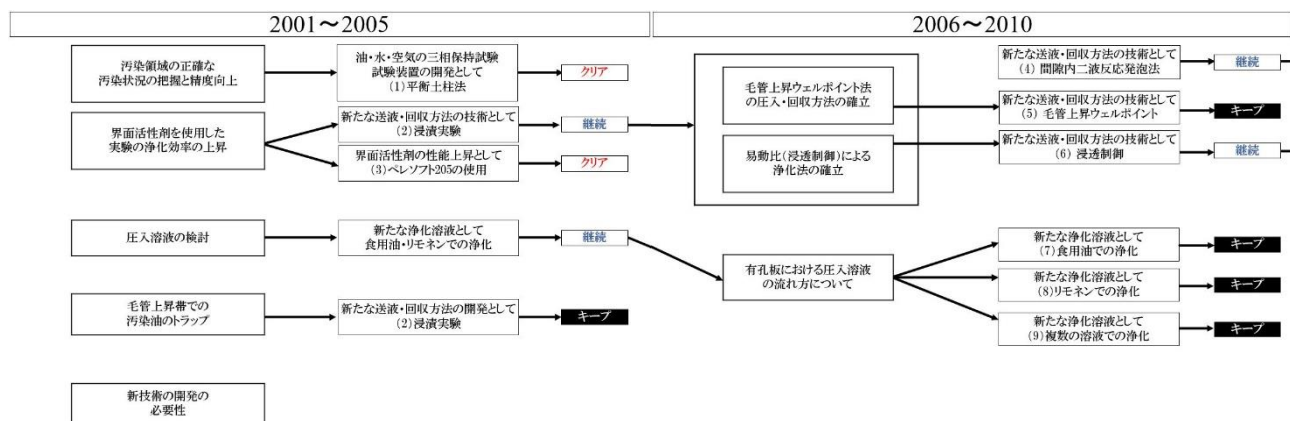


図-1 2001～2005 年度の研究
から得られた知見について

図-2 2006～2010 年度の研究
から得られた知見について

2. 2001～2005 年の研究から得られた知見について

2.1 研究の流れ

現在の土槽実験での成果・課題をまとめるに当たって時系列で約 5 年間ごとに整理することとした。2001～2005 年度までの大きな研究目的としては、「日本に適応した浄化のために必要な技術開発」という観点で室内土槽・カラム試験を行っていたため様々な物質での浄化、汚染領域の正確な把握が主な研究内容であった。図-1 は 2001～2005 年度で判明した課題について整理したものである。特に問題として考えられるのは、課題 A:汚染領域の正確な把握についてである。課題 D では界面活性剤水溶液が毛管上昇されたことによって汚染油が乳化し、さらにその乳化液が毛管上昇したことで汚染油を回収できなくなった。汚染領域を浄化するに当たって毛管上昇が発生することを考慮する必要があると判明し、正確な毛管上昇帯の把握が汚染領域を浄化するに当たって重要な要素であることが分かった。他には課題 B:汚染領域を効率よく浄化するための界面活性剤の浄化効率の向上が挙げられる。今後の研究において界面活性剤の圧入方法や界面活性剤の種類等が主な研究内容となってくるため、この時点での課題を把握しておくことが重要であると考えた。

2.2 汚染領域の正確な汚染状況の把握と精度向上について

汚染領域を正確に把握するためにカラムで水・油・空気の三相保持試験を行ったところ平衡土柱法という方法を確認することができたが、充填によって値にバラつきが生じるため、バラついた値が正しい値なのか確認するために小型二次元土槽で平衡土柱法を用いて実験を行ったところ、汚染油の底面がバラついていたことからカラム試験での結果を許容範囲であるとした。毛管上昇帯のバラつきによって汚染領域がバラつく可能性があることを考慮した浄化法の開発が必要となってくると考える。土槽での実験は単一試料で行っているが、実際の現場では細粒分が多いことも考えられるため、毛管上昇帯の位置が高いことも考えられる。また解析ソフト UTCHEM を用いて移流分散解析も行ったがすべての汚染領域を浄化する結果となり、乳化液の表現を行うことができず、物性値を事細かく測定する必要が出てきたため解析ソフトでの浄化挙動解析を断念することになった。

2.3 界面活性剤を使用した実験の浄化効率の向上について

界面活性剤での浄化において界面活性剤自体の浄化性能の向上と浄化効率の良い圧入方法の開発が問題点として挙げられた。界面活性剤自体の浄化効率を上げるために様々な界面活性剤を試行する必要があると考えた。2001～2005 年度の間はプリストール HC-10 という界面活性剤を主に用いて実験を行ってきたが、ペレソフト 205 やペレソフト 209 といった

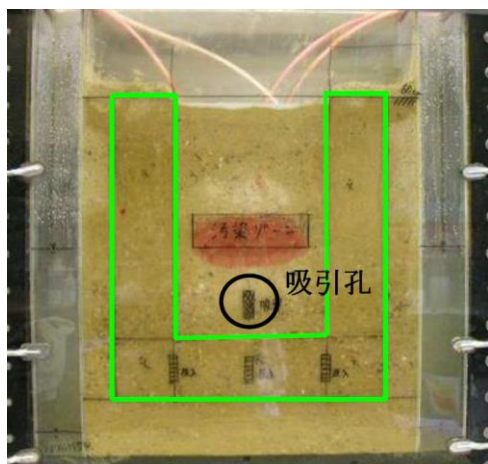


写真-1 食用油を用いた
界面活性剤の浸透制御

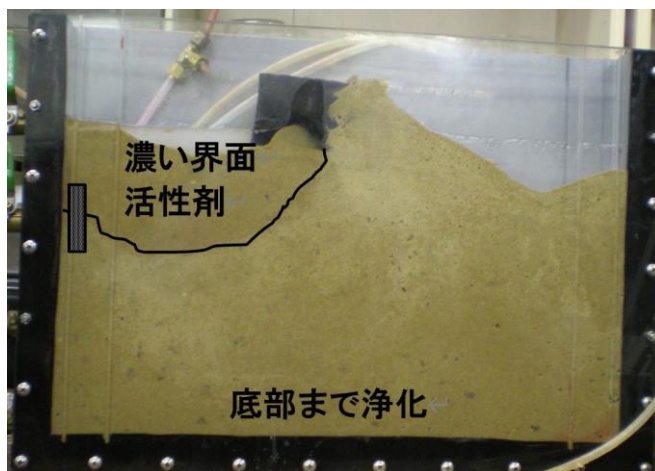


写真-2 TRF法を用いた
界面活性剤の浸透制御

界面活性剤のほうが油汚染地盤に対して適性があると考えた。界面活性剤にはミヨシ油脂製のものを使用しているが、ミヨシ油脂製の界面活性剤の中にまだ油汚染地盤に適性のある界面活性剤があると考えている。

圧入方法の開発については 2001～2005 年度の実験で汚染領域を界面活性剤水溶液で浸漬させる方法を主に行ってきたが、圧入溶体量・回収廃液量が多く、浸漬させている間に汚染領域が毛管上昇に伴って上昇することが多発したため、効率の良い浄化とは言えなかった。そのため、界面活性剤の圧入・回収方法の技術開発を今後とも継続して行うこととした。

3. 2006～2010 年度の研究から得られた知見について

3.1 研究の流れ

2006～2010 年度の大きな研究目的としては「浄化効率を上昇させるために必要な技術開発」を主として研究を行っていた。2001～2005 年度の研究目的を継続して行うとともに、油汚染地盤の効率的な浄化について研究を行うこととした。2006～2010 年度の主となる研究は界面活性剤の圧入・回収技術の開発と他の物質の圧入・回収方法の開発の 2 点である。

図-2 は 2006～2010 年度までの研究から得られた知見をまとめたものである。

界面活性剤での油汚染地盤での浄化において毛管

上昇帯の上にある不飽和帯に存在する機械油の浄化が問題点であることを先述したが、この領域の浄化法として毛管上昇ウェルポイント法を開発した。しかし、毛管上昇ウェルポイント法は毛管上昇を待つ必要があるため、界面活性剤を常時圧入する方法に比べ、時間が長くかかるため効率上昇にはつながらないと判断する結果となった。このため界面活性剤での浄化方法は①汚染領域の上から圧入し汚染領域を飽和させることによって浄化を行う方法と、②界面活性剤を汚染領域の下から圧入し汚染領域を飽和させることによって浄化を行う方法の 2 種類の浄化方法に絞ることができたと考える。

2006～2010 年度の研究では界面活性剤の圧入だけではなく食用油や精油（リモネン）の圧入・回収方法についても同様に研究をおこなっていた。特に食用油と界面活性剤を用いた実験では写真-1 のように土中壁法という界面活性剤と食用油の粘性の違いに着目した浄化法を開発することができ、2010 年度以降の圧入物質の易動比に着した浸透制御実験の足掛かりとなった。土中壁法には食用油で土中壁を作成することが非常に困難であるという問題点はあるが、溶液の圧入・回収方法を改善することによって界面活性剤などで応用できる方法であると考えた。また、水ガラスでの浸透制御を行ったきっかけとなっている。水ガラスでの浸透制御は汚染領域上部や下部を水ガラスによって固化することによって界面活性剤を効率よく汚染領域に当てる方法である。結果として、浄化効率の非常に高い浄化法を開発する

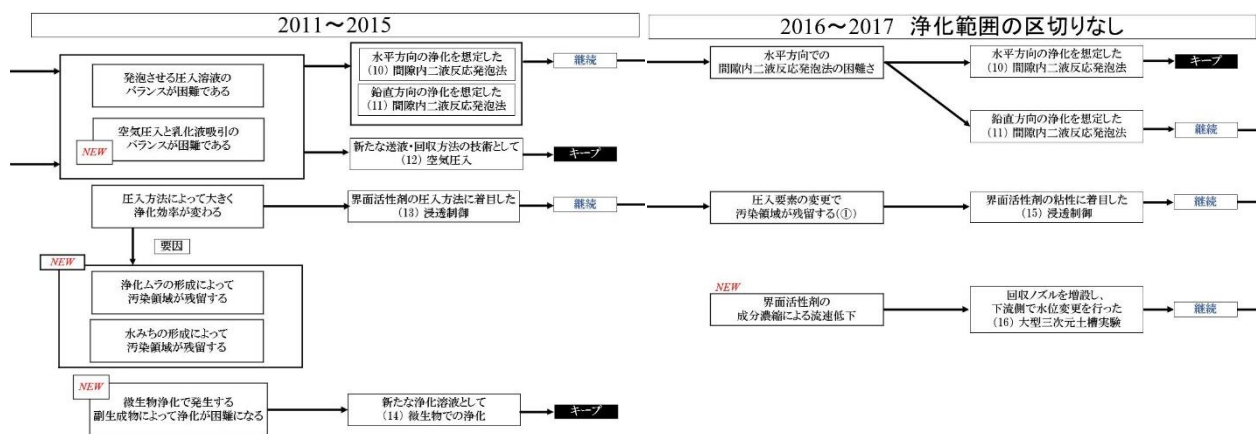


図-3 2011～2015 年度の研究
から得られた知見について

図-4 2016～2017 年度の研究
から得られた知見について

ことができたが、水ガラスの劣化に伴ってひび割れが発生（シネリシス現象）することによって、そのひび割れに汚染油が浸透し、浄化できなくなるといった問題点が判明した。良い点としては毛管上昇に伴った汚染領域の拡大を抑えるために汚染領域の上側を固化することで毛管上昇を防ぐことができることが判明した。2006～2010 年度の研究において最も大きい知見を得られた。課題 F について説明していく。

3.2 易動比（浸透制御）による浄化法の確立について

濃度の高い界面活性剤を用いて浸透制御を行った実験である。写真-2 のように左上部に濃度の高い界面活性剤を浸透させることで、右上部から浸透させる濃度の低い界面活性剤を効率よく汚染油に当てることができる考えた。この実験では約 7 時間という早い時間で浄化が完了したため、この方法が浄化効率の良い方法であると判断できた。また、この方法を「Two Region Flow 法」と呼ぶことにした(以下 TRF 法)。TRF 法の問題点としては界面活性剤の流し方によって浄化効率に差が表れやすいことが問題点である。汚染領域を界面活性剤が押し流し、浄化の進行が止まることもある。この後、水を浸透させることによって浄化は完了したが、汚染領域上部から当たる界面活性剤の圧力によって土槽下部に押さえつけられるような形となり、浄化進行が止まった実験ケースとなっている。土槽上部からの浸透と側部からの圧入のバランスが TRF 法の課題となると考

えた。

土中壁法や水ガラスでの地盤固化を参考に界面活性剤の濃度の違いに着目して実験を行った結果高い浄化効率を得ることができたため、継続して浸透制御について研究を行っていくことになった。

4. 2011～2015 年度の研究から得られた知見について

4.1 研究の流れ

2011～2015 年度までの研究ではこれまでの圧入・回収ノズルとして用いてきた部分貫入井を想定したノズルにおいて効率の良い浄化を行うためのノズル配置の開発を主として研究を行っていた。これまでの 2001～2010 までの研究では汚染領域の浄化方法の開発を研究目的としていたが、今までの研究で開発した方法を基に更に浄化効率上昇を目的として研究を行った。ノズル配置による浄化効率の違いに着目した結果、ノズル配置だけで浄化効率に大きく差があることが判明した。これまでに複数の試料を用いて充填を行い、実験を行ってきたがノズル配置のほうで浄化に与える影響が大きいと考えた。図-5 と表-3 は 2011～2015 年度の研究で得られた課題について整理したものである。

2011～2015 年度の実験は間隙内二液反応発泡法の浄化効率の上昇を目的として研究を行ったケースが多い。特に 2012 年では幅広二次元土槽を用いて間隙内二液反応発泡法での鉛直方向の実験を行った。

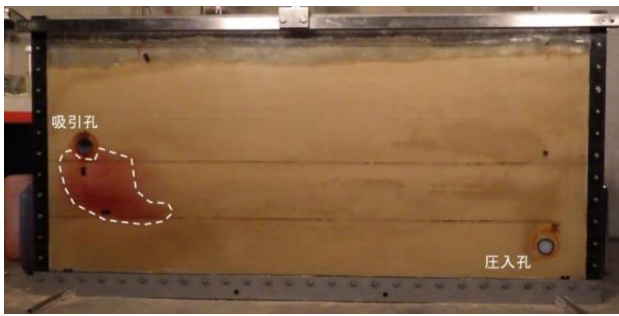


写真-3 間隙内二液反応発泡法を
水平に用いた実験（214.5時間後）

結果として高い浄化効率の実験を行うことができた。しかしノズルを多く設置する必要があったため、設置ノズル数を減らし水平方向に間隙内二液反応発泡法を用いた実験を行った。2014年度には水平方向での実験を行ったが、界面活性剤が土槽上部へとあふれ出す結果となった。これは界面活性剤の圧入方向と気体の進行方向が異なっており、土槽上部に気体が出ることによって界面活性剤が気体の通った道を通り、土槽上部にあふれ出る結果となったと考えている。これは溶液の圧入タイミングを工夫することによって、発泡させる位置を土槽中央部にすることで解消できると考えた。部分貫入井を想定したノズルでは目詰まりなどが起こりやすく、圧入・吸引に限度があると考えたため、2016～2019年度では新しいノズルを使った実験を行った。

4.2 水みちと浄化ムラの形成について

界面活性剤の圧入方法に着目すると「浄化ムラ」と「水みち」は圧入方法の良し悪しによって起こることが判明してきた。浄化ムラは主に界面活性剤の圧入バランスが悪いと発生しやすく、水みちは界面活性剤の圧入速度や粘性によって汚染領域の下側を界面活性剤のメインフローが通ることによって起こりやすくなると考えている。浄化ムラと水みちは界面活性剤の流し方が良くないと起こる結果であって、浄化効率の良し悪しを見る一つのパラメータとして評価できるものと考えた。特に間隙内二液反応発泡法では発泡作用によって浄化ムラが起こりやすい方法であり、今後とも浄化ムラが起こりにくい圧入方法の開発が必要であると考えている。

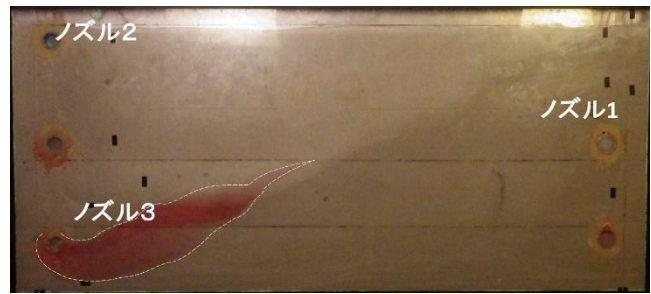


写真-4 動水勾配流での圧入による
水面の固定について

5. 2016～2017年度の研究から得られた知見について

5.1 研究の流れ

2016～2017年度の研究では主に乳化液の回収方法、界面活性剤溶液の圧入パターン・圧入方法による浸透制御について研究を行ってきた。2011～2015年度では部分貫入井を想定したノズルにおける圧入方法による浄化効率の上昇が研究テーマであったが、2016～2017年度では水平ボーリング孔での圧入を想定したノズルを用いて実験を行うことにした。部分貫入井から水平ボーリング孔に想定を変更した理由としては、部分貫入井での実験では現場に用いる際、三次元的な評価を行う必要があるが、水平ボーリングでは二次元的に現場での施工を行うことができると考えた。また、水平ボーリング孔を想定したノズルは従来の部分貫入井を想定したノズルよりも圧入・吸引の性能が高く、圧入速度などの調整を行いやすいノズルを作成した。図-4は2016～2017年度の研究から得られた知見について整理したものである。

2016年度において水平方向に間隙内二液反応発泡法を用いる実験を行った。2011～2015年度の研究でも見られた発生した気体を通った道を界面活性剤溶液が通りやすくなり、土槽上部に界面活性剤があふれ出ることが問題となっており、2016年度の実験でも土槽上部のあふれ出しが見られた。結果として写真-3のように効率よく水平方向に圧入を行い、効率の良い浄化を行うことができたが圧入タイミングが困難になってしまい、観測を行いながら圧入タイミングを調整する必要があった。



図-5 2018～2019 年度の研究
から得られた知見について

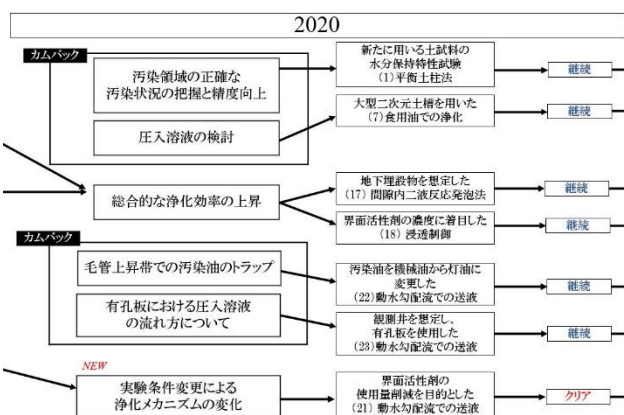


図-6 2020 年度の研究
から得られた知見について

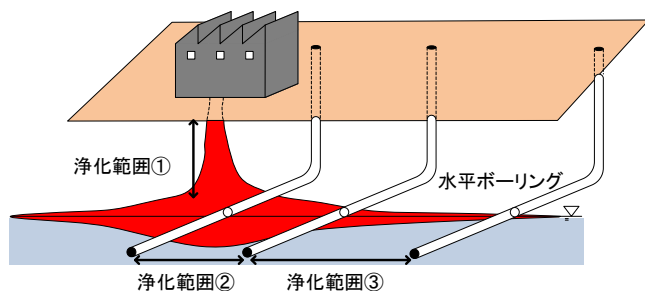


図-7 浄化範囲①②③について

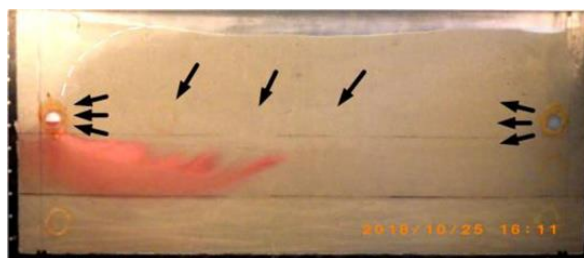


写真-5 浄化範囲②を想定した
浸透制御実験 (22 時間経過)

2017 年度で大型三次元土槽実験を行った際に実験序盤に界面活性剤が土槽上部に溢れ出した。土槽の解体を行うと圧入孔付近に圧入孔付近にゲル状の物質を確認した。次に吸引圧の低さが原因であると考えたため、動水勾配流による幅広二次元土槽実験を行った。実験結果として、実験を停止している夜間において水面が斜めに固定されていることが分かった(写真-4)。大型三次元土槽実験において土槽上部への溢れ出しが見られた原因が界面活性剤の成分が濃縮したゲル状の物質であることが判明した。水を圧入することによって界面活性剤の成分濃縮したものを洗い流すことができたため浄化を完了することができた。

6. 2018～2019 年度の研究から得られた知見について

6.1 研究の流れ

2018～2019 年度の研究では図-7 のように浄化範囲を①②③の3つに分けることで各浄化範囲に適応

した浄化法の開発を行うことにした。浄化範囲③では動水勾配流での溶液の圧入を想定しているため、界面活性剤の成分濃縮が考えられる。2017 年度に見られた界面活性剤の成分濃縮による流速の低下を解消するために、2018 年度には異なった HLB 値の界面活性剤、ペレソフト 205 とペレソフト 209 を配合することで界面活性剤の成分濃縮の解消を図った。結果として、目的通り界面活性剤の成分濃縮の解消を達成することができたが混合界面活性剤水溶液の透水性がペレソフト 205 水溶液よりも高く「水みち」を形成してしまい、汚染領域の浄化を完了するまでに多くの界面活性剤が必要となった。この問題を解決するため 2019 年度ではペレソフト 205 とペレソフト 209 の配合比の調整や適切なノズル配置について開発を行ったところ「水みち」を解消し、浄化効率の上昇を図ることができた。

浄化範囲②を想定し、浸透制御による実験を 2018 年度に行った。浄化範囲②の特徴としては濃い油汚染が油厚を持って存在しているエリアであり、浄化範囲③→①→②の順に浄化を進めていくことを想定

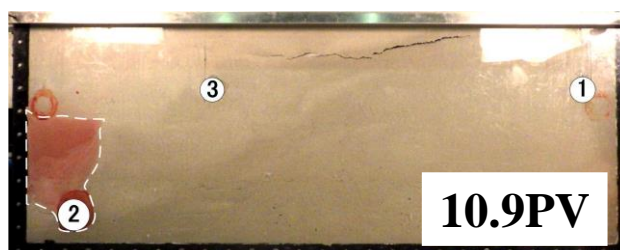
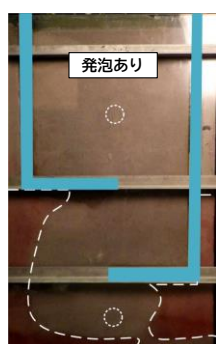


写真-4 地下埋設物を想定した単一界面
活性剤と間隙内二液反応発泡法との比較

写真-5 界面活性剤とその配合比を変更した実験
実験終了時（40 時間後）

しているため、浄化時間の短縮が最優先で考えられるエリアである。写真-5 は汚染領域の上からの流れと水平方向の 2 方向の流れによって浄化を行った実験である。写真-5 の実験から 2 方向の界面活性剤の流れを用いることで効率の良い浄化を行うことができた。この浄化法を用いて 2019 年度には DEEP2D 土槽実験を行ったところ盤ぶくれによって地盤沈下を起こし、界面活性剤が土槽上部にあふれ出す結果となった。

7. 2020 年度の研究から得られた知見について

7.1 研究の流れ

2018～2019 年度の研究により水平ボーリング孔を想定したノズルによる界面活性剤の流し方についてある程度の知見を得ることができたと考えられる。2020 年度の研究では 2018～2019 年度の研究に新たな要素を追加した研究と 2018～2019 年度の実験の更なる浄化効率の上昇を目的とした研究を行った。図-7 の浄化範囲①を想定として実験を行った。浄化範囲①は汚染油の漏洩源であり鉛直方向に汚染領域が広がり、濃い汚染領域が存在しているエリアである。またこのエリアでは地下埋設物の存在が考えられるため、界面活性剤の流れが埋設物によって阻害され、汚染領域の“淀み”が発生することが考えられるため、界面活性剤が広い範囲に広がり、高い浄化効率が見られた間隙内二液反応発泡法を用いて実験を行った。写真-4 は地下埋設物を設置状況下における単一界面活性剤の圧入と間隙内二液反応発泡法の実験を比較したものである。間隙内二液反応発泡

法のほうがより汚染領域の“淀み”が少なくなることを確認できた。

2019 年度の研究からペレソフト 205 とペレソフト 209 の配合比と混合界面活性剤溶液の流し方について知見を得ることができたため、ペレソフト 209 の代わりにペレテックス 4920 を用いた混合界面活性剤溶液の動水勾配流における適切な配合比について実験を行ったところ、ペレソフト 205 を 2.5%、ペレテックス 4920 を 0.5%の混合界面活性剤溶液が最も良い結果を示した。写真-6 は同配合比溶液を用いた際の実験終了時の写真である。同配合比溶液を用いて、真空圧での吸引・汚染油種の変更・間隙内二液反応発泡法、有孔板での浄化を行ったところ全く異なる実験結果となったことから、各条件に適した浄化法について研究を行う必要があることが判明した。

8. 20 年間研究から得られた知見のまとめ

8.1 20 年間の課題を時系列でまとめた結果

20 年間の研究から得られた課題について時系列でまとめた。課題 B は界面活性剤の性能上昇と圧入方法について課題が分岐したと考えている。界面活性剤の性能上昇では結果としてペレソフト 205 が最も浄化性能が高い界面活性剤としているが、動水勾配流での浄化において成分濃縮を起こしやすいといった問題点があるため、成分濃縮を起こさないためのアシスト剤としてペレテックス 4920 を用いるとより効率の良い浄化ができた。しかし実験条件を変更すると浄化のメカニズムが変わってしまうため、条件に合わせた配合比の検討が必要であると考え

また、ペレソフト 205 やペレテックス 4920 の代わりとなるような HLB 値が異なる界面活性剤を探しておくことが重要であると考えた。界面活性剤の圧入方法では様々な圧入方法が開発にともなって合計 12 個の課題が判明した。この課題を解決するに向けて行った結果、水平ボーリング孔を想定したノズル配置において圧入方法を確立することができたと考える。DEEP2D 土槽実験での浸透制御実験では圧入ノズルを増加し、圧入パターンを複雑化することで浄化効率を上昇させることが可能となったが、間違った圧入タイミングで圧入を行うと汚染領域が残留してしまうことなどが課題として考えられた。時系列でまとめた結果、新たに V～Z の課題が判明した。

8.2 新たな課題について

新たな課題 V は毛管上昇帯の考慮を行った結果、浄化効率が低下する可能性があることを示したものである。汚染領域は毛管上昇帯の上ののっているように存在しているため、観測井からの溶液圧入を想定した有孔板での浄化では界面活性剤が全く汚染領域に当たらずに下流側の有孔板へと流れていく可能性がある。さらに溶液圧入による地下水位の上昇で毛管上昇が過大になり、汚染領域を拡大させてしまう可能性があると考えた。課題 V を解決するためには毛管上昇を考慮しながら効率の良い浄化を行う必要があると判断した。

8.3 現場での施工に向けて課題を整理した結果

20 年間の課題の時系列で整理した後、V～Z までの新たな課題が判明した。課題を現場の施工を目的とした因果関係に基づいて整理を行った結果、毛管上昇帯の上の不飽和帯に存在する汚染油を浄化するために実験を行っているということを明確にすることができた。汚染現場では不飽和帯に汚染油が存在するとは考えられていないため、よく意見の不一致や研究を理解されにくい点となっている。この不飽和帯を浄化する方法は主に 3 つ挙げられる。①汚染領域上部を浸透制御し、効率よく界面活性剤を当て

る方法。②不飽和帯を飽和させることで浄化を行う方法。③不飽和のまま浄化を行う方法。棚橋研究室では大きく分けてこの 3 つの技術の開発を行っている。②の開発を主に行っており、②は汚染領域の下から飽和させる方法と汚染領域の上から飽和させる方法の 2 種類に分類される。

以上のように整理を行うことで汚染現場と棚橋研究室との関係を明らかにすることができたと考える。

9. 今後の展望

9.1 新たな実験の提案

20 年間の研究から明らかになった課題を基に新たな実験の提案を行う。新たな実験の提案として新型ノズル使った実験を提案したい。有孔板での界面活性剤の浸透に問題があり、その解決策として下流側の乳化液の回収方法を変更するべきであると判断した。有孔板がメインの回収方法ではあるが水平ボーリング孔を想定したノズルでも回収を行うと界面活性剤の土槽下部の流れを制限できるのではないかと考え、新型ノズルを用いて実験を行う必要があるとした。従来の吸引ノズルでは吸引を行う際に目詰まりを起こすことで吸引圧の低下が懸念されたが、新型ノズルでは二重構造にし、水を圧入することによって目詰まりを起こしにくい方式を考えた。このノズルを用いて有孔板での圧入実験を行うと、領域全体に界面活性剤が当たると考えた。このように新たな実験の提案として例を挙げたが、先述した課題から現場での浄化にも対応できる浄化法を開発やまだ行っていない要素実験などを行ってもらいたいと考えている。

参考文献

- 1) 環境省 土壌汚染対策法について
<https://www.env.go.jp/water/dojo/law.html>
- 2) U.S. Environmental Protection Agency: In Situ Remediation Technology Status Report: Surfactant Enhancements, pp.3～4 (1995)
- 3) 環境省 油汚染対策ガイドライン 第二編 技術的資料 専門編 第二章 対策 資料 7-1～22

令和2年度
大同大学 工学部 建築学科 土木・環境専攻
卒業研究概要集 第 41 号
大同大学大学院 工学研究科 都市環境デザイン学専攻
修士論文概要集 第 11 号
(非売品)

2021 年 3 月 19 日 発行

発行 大同大学工学部建築学科土木・環境専攻
〒457-8530 名古屋市南区滝春町 10-3 TEL (052) 612-6111 FAX (052) 612-5623

編集 大同大学工学部建築学科土木・環境専攻 卒業研究概要集編集担当
大同大学大学院工学研究科都市環境デザイン専攻 修士論文概要集編集担当

印刷 名港印刷株式会社