

「名古屋市内の地下水の有効利用について」

11班（木全班）

学籍番号	氏名
C07053	山下 芳朋
C07054	横山 恭平
C07055	吉川 直也
C07056	吉田 昂平
C07057	吉田 宝良
C07058	芳山 真輝子

アドバイザ教員：大東 憲二 教授

目 次

	ページ
1. はじめに	1
2. 目的と概要	1
2. 1 調査目的	1
2. 2 調査内容	1
3. 地下水について	1
3. 1 地下水の構造	1
3. 2 地下水の利用方法	3
3. 3 地下水に関する問題	4
4. 地盤沈下について	5
4. 1 地盤沈下によって発生した問題	5
4. 2 地盤沈下によってできた法律	6
5. 地下水の有効利用	6
6. 参考文献	7
7. 感想, 各自の貢献内容	8

1. はじめに

私たちの班は、地下水がどのように発生し、どのような問題がおきるかインターネットを使って調査をした。そして今後地下水をどのように有効利用できるかを班全体で考えてその意見をまとめて結論を出した。

2. 調査目的と調査方法

2-1 調査目的

本研究は名古屋市の地下水の有効利用を見いだし、それにあたって生じる問題点の解決方法、そして過去を見てどのような問題が起きているか、また現代どのような対策を行っているかを調べ、自分たちの考えた方法の問題点の解決を見いだす。

2-2 調査方法

おもにインターネットを利用して調査。また、足りない資料があれば図書館で検索。

3. 地下水について

3-1 地下水の構造

地下水とはどんな水か

地上には約 14 億 km^3 の水が存在しているが、その約 97 パーセントが海水で、残りの約 3 パーセントが淡水である。淡水のうち約 70 パーセントは極地に氷として存在し、私たちが水資源として利用できる淡水は地球上の全水量のわずか 0.8 パーセントである。

水は、自然界を循環しながら様々な状態で存在している。このうち地下にあって岩石の割れ目や空洞あるいは地層中の隙間を満たした状態で存在している水を地下水と呼んでいる。また湧き水も地下水であるといえる。

水の循環

海から蒸発した大気中の水蒸気は、雨や雪となって地上に降りそそぎ、その水の多くは河川水として海に流出し一部は、蒸発して大気に戻っていく。このように水は地球上をたえまなく循環している。

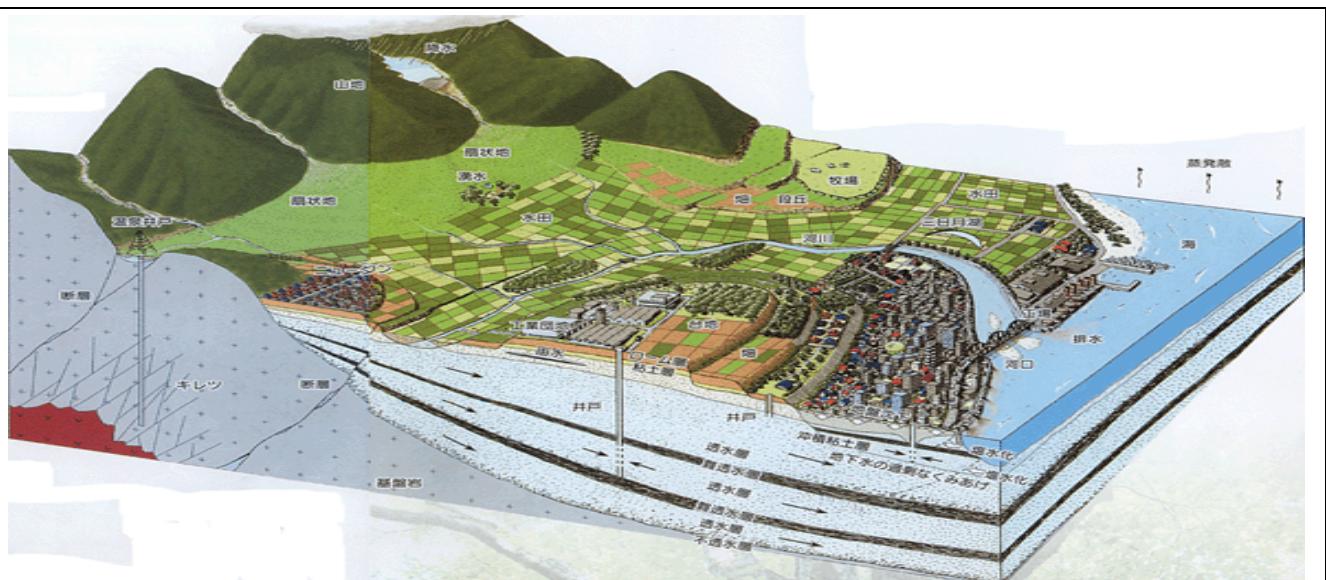


図 1 地下水の構造

地上に降った雨や雪の一部は地下に浸透して地下水となって流動し、やがて河川や海に流れて蒸発する。地下水も水循環の一つの環となっているが、流動の遅い地下水は循環速度が地表水にくらべると非常に遅いものである。従って、流動速度の遅い地下水はいったん汚染されると回復するのに時間がかかる。

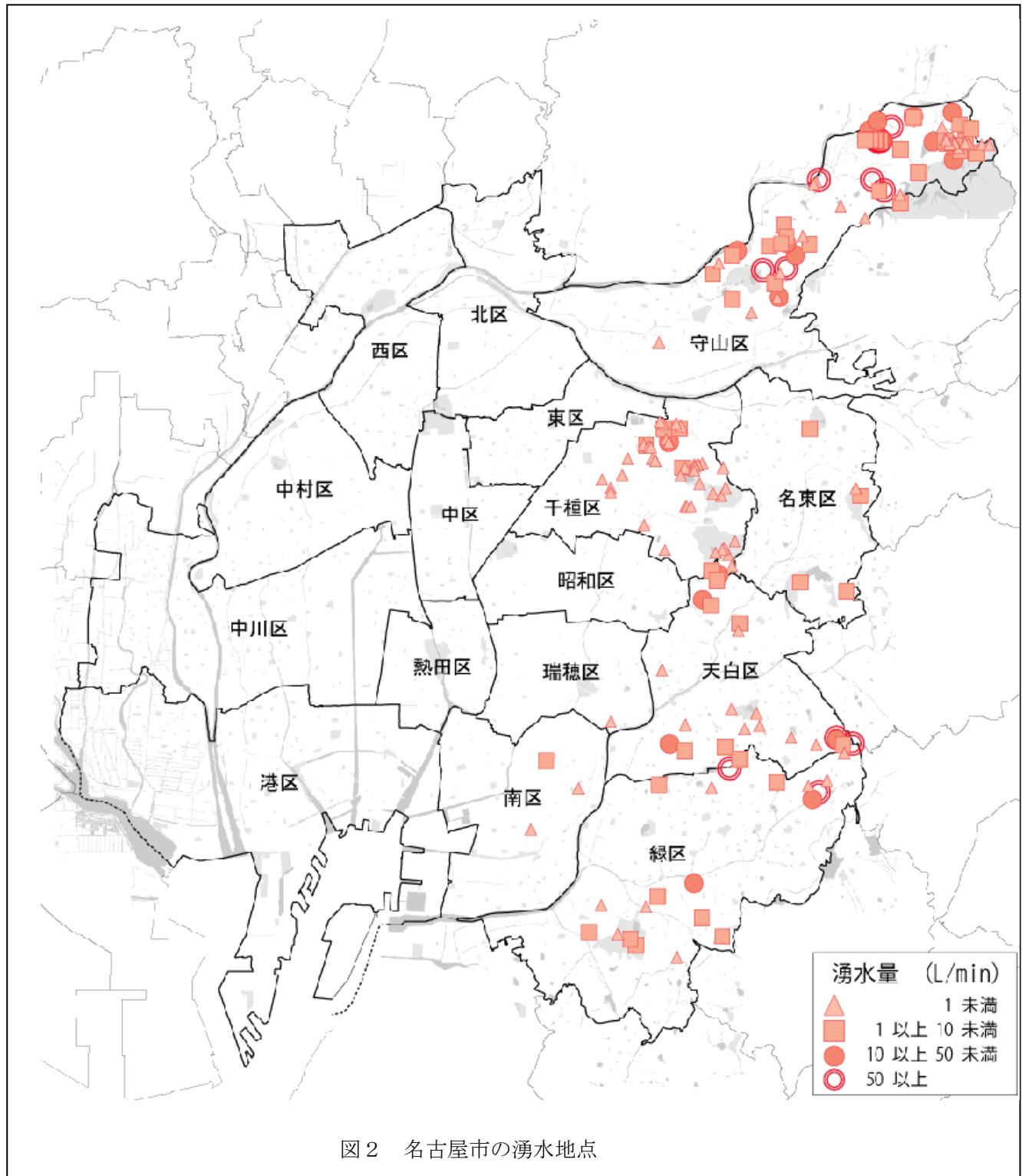


図2 名古屋市の湧水地点

市内の湧水は、平成16年度(2004年度)の調査で東部丘陵地を中心に、152カ所が確認されています。

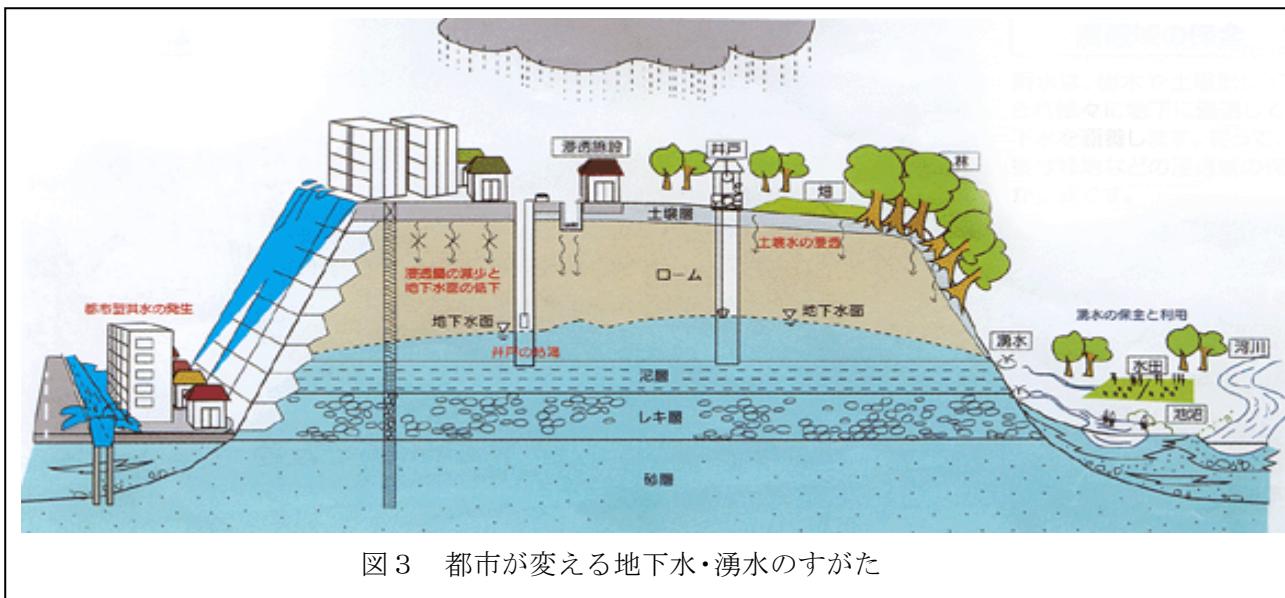


図3 都市が変える地下水・湧水のすがた

都市化が進みアスファルト舗装や建物などが増えて不浸透域が広がると、雨水はほとんど地下に浸透せず短時間で河川や水路に流れてしまう。そのため地下水への涵養量が減り地下水位が下がっていく。

3. 2 地下水の利用方法

地下水位が上昇している地域において、地下構造物に漏水が起こるという問題が発生している。名古屋市環境局では、平成11年度に、名駅・栄地区の地下3階より深い地下構造物を有する建物を対象に、漏えい地下水に関するアンケート調査を実施した。その結果、漏水がある46箇所の建物について、合計10,000m³/日ほどの漏水があると推定された。その内訳は名古屋駅周辺4,300m³/日、栄周辺2,000m³/日、その他3,700m³/日である。

これらの地下漏えい水は、現在下水道を通じて処理されている。本来地下水として自然の水循環の一部となるはずだったものが地下漏えい水となり下水道という人工の水循環の一部に取り込まれることとなってしまった。水質等の制限はあるが、できるだけ地下水を公共的な目的で有効活用し、河川浄化やヒートアイランド対策として役立てるなど、自然の水循環の回復や都市環境の改善に役立てることができるよう考慮すべきであると思われる。

地下水揚水規制の実施等により、揚水量は減少し、地下水位は上昇し、地盤沈下は沈静化していることが分かった。また、地下水水質に関しては、各種調査地点のうち何箇所かで環境基準を達成していない箇所があった。

さらに、市内の南西部一帯は、地震時に液状化現象が発生する危険が極めて高く、地下水位上昇につながる雨水浸透に対し充分な注意が必要となる地域であるが、一方その地域内の「特定都市河川流域」に指定された新川流域では、総合治水対策の一環として、雨天時の表面流出量を緩和するために雨水浸透を促進している。このような地下水管理の難しさがあることも、名古屋市の特徴と言える。

名古屋市の水収支を昭和40年と平成13年の比較から検討すると、都市化の進展と上下水道施設の普及により、自然の水循環の水量が減少し、人工の水循環の水量が増加していることが概観できた。現状把握において、地下水に関するデータが不足しているという問題点もあった。

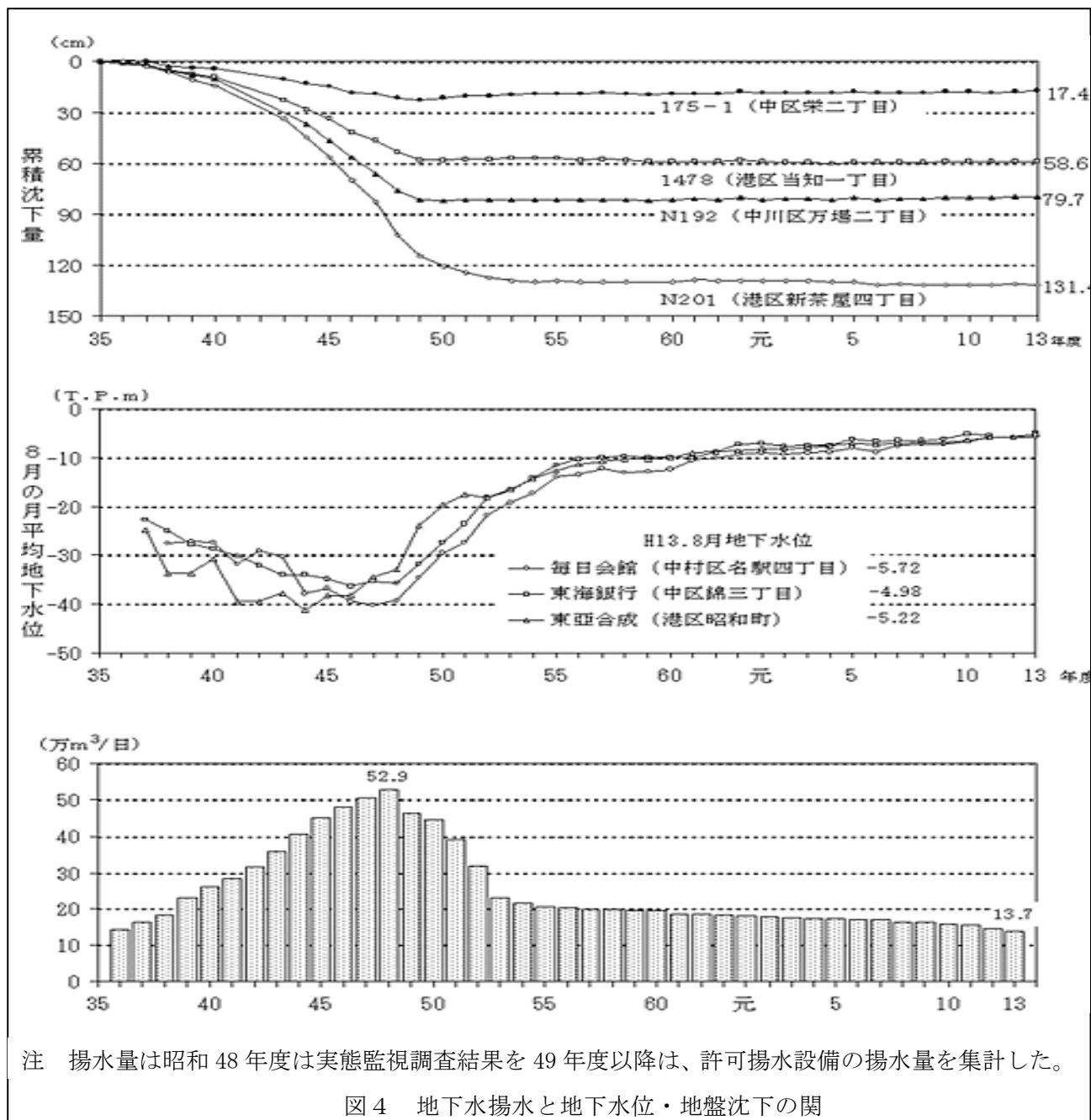


図4 地下水揚水と地下水位・地盤沈下の関

・水循環システムの利用

海などの水が蒸発して雲となり、雨が降って土に浸透し地下に水が溜まる。こういった水の流れのことを水循環システムと言う。さらに都市化による住宅開発やアスファルトによる森林伐採などで、地下へ水が浸透することを阻止してしまうため、以下のような対策がとられている。

透水性舗装・・・水を浸透させてことを目的とした舗装のことである。構造は透水性舗装材等（表層）の下に浸透層を設ける。水をそのまま地下に浸透させるため、豪雨時などに起こる下水や河川の氾濫の防止や植生・地中生態の改善、地下水の涵養等の効果がある。透水性舗装は歩道、遊歩道、駐車場、公園等で利用されている。

排水性舗装・・・排水を目的とした舗装である。構造は粗くしたアスファルトや排水性舗装材等（表層）の下に遮水層（不透層）を設けて、路面に滞留する雨水を積極的に道路の両側にある側溝等の排水構造物へ排水する舗装である。高速道路や幹線道路等の車道で用いられる。

4. 地盤沈下について

4-1 地盤沈下によって発生した問題

地盤沈下とは

過剰な地下水の汲み上げによって水位が下がり、地下水の通り道である帯水層の水圧が低下し、層の上下にある粘土層の中の間隙水が絞り出されて、粘土層が収縮する。これが地表では地盤沈下として現れる。また地下水は、一般に広い帯水層の中をゆっくりと流れている。これらの地下水は帯水層でつながっており、一つの地下水盆を形成していると考えられるため、ある場所で地下水を汲み上げると、その地域だけでなく広い地域にわたって地盤沈下が起きる。

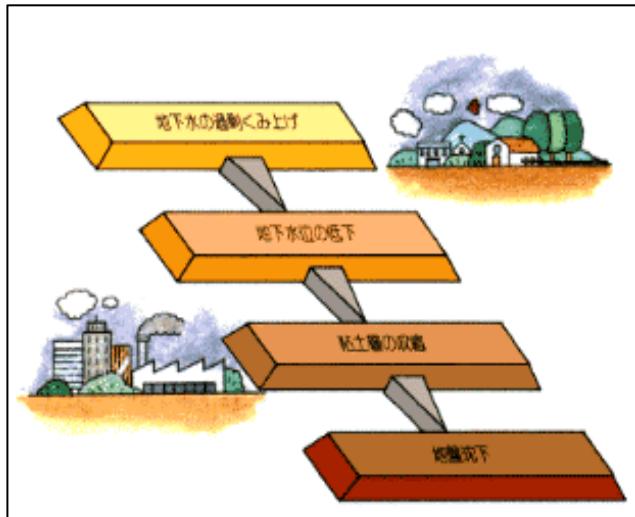


図5 地盤沈下の起こる仕組み

こうして起こった地盤沈下は、たとえ地下水の汲み上げを止めて地下水位が回復したとしても、ほとんど戻ることはない。

濃尾平野での地盤沈下

名古屋市では、濃尾平野で起きた地盤沈下が有名である。

濃尾平野における地盤沈下は、昭和34年の伊勢湾台風による被害をきっかけに注目されるようになった。昭和30年後半から40年代にかけて地下揚水量が減少したことから、市の南西部を中心に地盤沈下が急速に進んだ。

沈下速度も昭和40年代後半には10cm/年以上の沈下が広域にわたって認められたが、48~49年をピークに現在地盤沈下は沈静化している。しかし一度沈下した地域は元には戻らないので、市南西部を中心にゼロメートル地帯が広がっている。また、この地域では、道路・建築物等の施設の破損及び低地部における浸水・湛水等多種多様な被害を生じている。

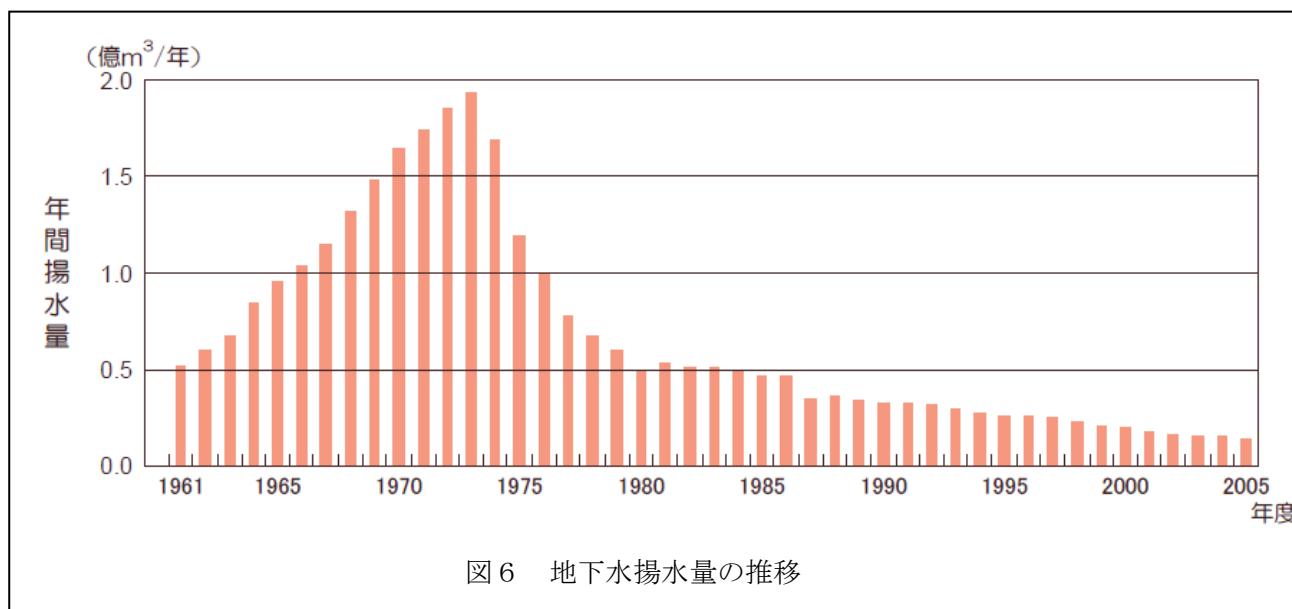


図6 地下水揚水量の推移

4-2 地盤沈下によってできた法律

私達はこの課題について調べていくながで、「今地下水に関してどのような法律が定められているか?」という疑問が挙がり名古屋市内の地下水に関する法律を調べた。そして、次のような法律ができた。

名称	制定年	概要
工業用水法	1956年	<ul style="list-style-type: none">・工業用水の合理的供給を確保し、また、地下水の保全、地盤沈下の防止を図るため制定された。指定地域内では、一定規模以上の工業用井戸から地下水を採取する場合、都道府県知事の許可が必要となる。実態としては、許可基準として地下水採取の難しい深い地層に設定してあるので、事実上禁止に近い形となっている。* 指定地域は宮城県、福島県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、愛知県、三重県、大阪府、兵庫県の10都府県の一部地域となっている。

図7 地下水に関する法律

この上記にある表に書かれているのが調べた法律です。

この法律が制定された目的は、「この法律は、特定の地域について、工業用水の合理的な供給を確保するとともに、地下水の水源の保全を図り、もつてその地域における工業の健全な発達と地盤の沈下の防止に資することを目的とする。」と調べた結果書かれてありました。

要するに簡単に言えば、地盤沈下を防止するために合理的な供給と地下水の水源の保全を図って行く、といった目的で制定されたと思われる。

今回自分はこの「工業用水法」という一つの法律を発表に使った。しかし、地下水に関する法律は他にも何個かあった。その他の法律は指定地域に愛知県が入っておらず、発表には提示しなかった。

5. 地下水の有効利用

名古屋市の地下水を利用した行事

名古屋市栄区二の市学館で「打ち水大作戦」という行事が開催された。「打ち水」に使用する水は同館の12m地下に存在する地下水である。この水を利用して来館した総勢300人の親子連れなどに呼びかけ勢いよく水をまいた。この行事により名古屋市の気温が3度変化したという。参加した子供たちの中には、「涼しくなった」「もっとやりたい」との声もあった。

私たちが考えた、より地下水を有効に利用するための対策は、空ダムを造り地下水の揚水量の調整を常にできる態勢を整えることだと思った。夏の梅雨時に水を溜め、冬の時期に使い調整を計るという手段ももっとも効率的であると思った。そして自然災害など予測不能な事態には、事前に対応を図ることしかないという意見にたどり着いた。さらにもうひとつ考えたことはコストの少ない地下水を公共の施設に利用することである。そうすれば老人ホームなどの施設の水需要が下がり結果的に滞在費用も安くなるはずである。このようにいろいろな場所で地下水の資源を安くできると思った。

6. 参考文献

- 1) なごや水の環 <http://www.city.nagoya.jp/shisei/jourei/kankyo/nagoya00036631.html>
- 2) 日本地下水学会 <http://www.groundwater.jp/jagh/>
- 3) 地盤沈下のしくみ <http://www.pref.aichi.jp/kankyo/mizu-ka/gakushu/topic/jiban/02.html>
- 4) 水の歴史館 <http://www.city.saijo.ehime.jp/mizunorekishikan/lineup3-1-1.htm>
- 5) これまでの地下水対策 <http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/chikasui/seisaku.htm>
- 6) 地下水源をめぐって http://www.kubota.co.jp/urban/pdf/27/pdf/27_1_1.pdf#search='

7. 感想、各自の貢献内容

「都市プロジェクトを終えて・・・」

C07053 山下 芳朋

感想：

私の班では名古屋市内の地下水がどのように有効利用されているか？？というテーマについて調べる活動しました。

はじめこの授業をするとき、どのようにしていけばいいのか分からず心配でした。しかし、実際にやってみてとても自分のためになった授業だと思います。

そして、授業がはじまり、まず班員でどの作業をするか作業分担という議論からはじめました。分担した結果、調べる人3人、まとめる人3人、という形にすることに決まり作業を進めていきました。うまく作業が回っていたように見えていましたが、だんだん作業がズレはじめ、最終的には、班員全員で進めていきました。もちろん自分の作業中心的に、進めていき最終報告にこぎつけました。

ここまででは班でしてきた事を、簡潔に書いた内容ですが、このなかで自分の欠けている部分と、優れている部分が見えてきたのでした。まず自分は、「文章の組み立てが苦手」「はじめに書かれている内容を、うまくまとめて簡潔にできない」といった文章に関する事を不得意だと気づきました。今まで学んできた時には気づかなかつた事をこの授業を通して気づけたのです。そのことにより少しづつできるよう努力しようと頑張り、前に比べてよくなつたと思います。そしてもうひとつ言っていた唯一優れていると思われる部分は、発表の際にあまり緊張をしない事です。そのことが分かったのは、中間発表の時です。

私は中間発表をする前に、一度グループ報告でみんなの前に立ち報告をしたのですが、その時すぐ終わってしまったのでなんとも思わず終わりました。しかし、グループ報告の時より断然に長い中間報告では、自分の中で絶対に緊張してうまくできないと心の中で思っていました。その不安も跳ね飛ばし、普通に発表している自分がいました。その時気づいたのです。こういう自分もいるんだなと。

この都市プロジェクトという授業は、自分たちにとってみればちゃんと進級するための1つの授業かもしれない、だけどその1つの授業を振り返りよく考えてみると、自分にとってためになることを多くの得ることができることがわかつた。

・私の貢献内容

この班での調査の中で、私はグループ報告、中間報告、最終報告といった発表に出ました。その他に、その発表に必要な中間発表と最終発表のパワーポイントの作成に参加し、作成するために必要な資料調べをして貢献しました。

感想：

この授業では班員で協力し合い、調査やまとめをしなければいけない協力性についても学びました。それぞれ調べてまとめた内容が大事で、PowerPoint、レジュメ、ポスター、そしてこの最終報告書。誰かがやらなかつたりやつてこなかつたら何も完成しませんでした。

調査内容については難しい事から簡単な事までありました、まとめて PowerPoint に載せやすくしてくれたことに感謝したいと思います。私はこの班員の中ではパソコンが得意な方で、PowerPoint のような文字を多く打つ仕事を多く受け持つました。

活動しだして気が付けば中間報告の日が近づいて報告したい内容がはっきりしない事や、大量の資料に追われ、見にくいうえに、文字が多いという中途半端な内容になってしまいました。最終報告のときには出来る限り見やすく作ろうと心がけ、色々と試行錯誤してやつたつもりですが、どうだったのか不安です。

この授業は楽しく出来てよかったです。そして、無事に課題を終われてよかったです。

今回調査した事により、身近な地下水にこんな問題を抱えていて、これから私達がどうしていったらいいのか考えなければいけないという事を考えさせられる課題でした。

貢献した内容について：

私は主にまとめる作業や PowerPoint を作成、グループ報告をしました。

はじめの頃はみんなで地下水について調査しまっていました。ある程度資料がそろったところで、活動内容を表したフローチャートを作成。フローチャートは PowerPoint に貼り付け報告内容を簡潔に表現しました。それと、文字を読みながら表示していくことで見ている側が読み取りやすいようにアクションを付けました。

普段 PC を使っていることがこういう場面で活用できてよかったです。

「この研究を終えて」

C07055 吉川 直也

感想

今回の研究は、地下水の現代の状況、過去を知ることができたので、大きな経験になりました。

特にこの研究について感じたことは、濃尾平野の地盤沈下です。この事件は、この研究で調べて初めて知りました。まさかこんな身近で大事件が起きているなんてきづきませんでした。

このとき思いました。地下水に対するみんなの意識は、そうとう低いものだということが分かりました。

そして、僕の今までの自分の地下水に対するイメージや大切さが大きく変化しました。

しかも、この授業を通して協力する関係の大切さを実感しました。班全体の協力によって作業の効率がかわるので、自分も進んで何かをしようと言う自身にかけていた協調性も高まった気がします。

あまり重要のように感じなかった地下水という言葉も、今は環境破壊の大きな問題になっていることがわかりました。この経験を通して得たものはとても大きかったので、今後の自分の考えを変えて意識していきたいと思いました。このような小さな経験も、いずれ未来に大きなこととなることなので大切にしていきたいと思います。

貢献内容

インターネットを使って高度経済成長期の地下水の利用法を調べ、中間レジュメや最終レジュメのまとめ役をやらせていただき、最終発表も最後で貢献しました。

「授業を終えて」

C07056 吉田 昂平

感想：

私の班は名古屋市内の地下水の有効利用について調べました。最初は何から調べていいのか分からなかったので、まずは地下水とはどういったものかを調べていくことにしました。構造やどう使われているのか、地下水については分かりました。しかし、その後なにを調べていいのか、どうやって計画を立てていいか分からずにとっても困ってしまってなかなか進みませんでした。でも先生にアドバイスをもらうことで徐々になにを調べればいいのか分かってきて、班全員でまず何を調べるか話し合いそれぞれを分担して調べていくことができました。

私は、今までにこのような授業をあまりやったことがなかったので、最初はかなり戸惑いました。インターネットで調べても得られる情報は膨大だったり、なかなかいい情報が出てこなかつたりして、それを誰かが見たときに解りやすく整理するのにとても苦労しました。

発表が近づくとみんな焦ってきて、前半無駄な時間が多く予定が先延ばしになつたりしたので授業時間外を使っての作成が多かったです。

中間発表のときは質疑応答のサポート役として前に出たけど、結局立っているだけでなにも役に立てなくてとても残念でした。最終発表のときも、中間発表のときみたいにならないように発表に臨んでいったのにも関わらず、紙に書いてあることを読むだけなのに緊張して声が震えて言葉が詰まってしまいあまり役に立てませんでした。

なんだか色々やり残したことがあったので、もうちょっと時間をうまく使えていたらスムーズに進めることができたとおもいました。

私は、発表や自分の考えを言葉にすることや伝えるのが苦手で、今までこういった授業をやってこなかったので、少し自信がついた反面、もうこういった授業はやりたくないと思いました。あとは、一人では何もできなかつたと思うので、グループでできて本当によかったです。

貢献内容：

この班のなかで私は江戸時代の地下水の利用状況や水循環システムについて、インターネットなどを使って調べて資料を集めワードを使ってまとめました。

中間発表ではレジュメを作成し、最終発表では発表とレジュメの作成を行いました。レジュメを作るにあたって、みんなで分担して調べたものを使い、内容が薄いところや新たにでた課題をインターネットで資料を集めて付け加えていきました。あとはみんなの意見を聞いて、それを参考にして修正していました。

「地下水の有効利用」

C07057 吉田 宝良

感想：

私は、この授業で地下水のことについて研究するまで、地下水のことはほとんど、というよりまったく興味を示しませんでした。ですので、このテーマに決まったときも、最初のうちは正直、あまり関心が湧くと言うことはありませんでした。

インターネットを使っての資料収集も難しかったです。最初のうち、私はインターネットなら探している資料がすぐに見つかるだろうと甘く考えていました。しかし、実際はそうはうまくいきませんでした。自分の探し方がまずかったのかも知れません（例えば、検索する際のワードの入力の仕方など）。なかなか資料が集まらず、何度もやつても結果は同じだとわかつていながら、ひたすら同じことばかり検索していました。でも、そういったことをしているうちに、地下水と地盤沈下の関係や、地下水揚水量の規制に関すること、その他さまざまな現状などを学ぶことができました。

地下水を使いすぎてしまうと、地盤沈下が起きてしまう。地下水は元に戻るが、沈んだ地面はどうにもならない。帶水層が収縮してしまっているので、今度はそこにいっぱいになった地下水が、地下施設にあふれてしまい、新たな被害を出してしまう。だから、使いすぎはよくないが放っておくのもいけない、このバランスの難しさを知りました。

貢献内容：

この班の調査の中で、私は名古屋市の地下水の揚水量について調査しました。

「名古屋市の地下水の有効利用について」

C07058 芳山 真輝子

感想：

私の班では名古屋市の地下水の有効利用について調査を進めてきました。

今日、地球温暖化が進む中で氷山の減少、それに伴っての海面上昇などの問題。つまり、水に対するさまざまな問題が生じています。調査を進めていくうちに地下水の利用だけでも様々な問題があるということがわかりました。その中でも一番興味を持ったのが、地下水位を調節する難しさです。

昭和40年代頃、地下水の過剰汲み上げで地下水位が大きく低下し、地盤沈下が急速に進行したため、その対策として水道水源の転換計画（ダム建設で代替水源を得て水道水源を地下水から河川水が切り替える計画）を実行。

しかし、その後、地下水の汲み上げ規制が進められ、揚水量が大幅に減少しました。その結果、地下水位は回復し、地盤沈下は沈静化。今ではむしろ地下水位が上昇し過ぎて東京駅や上野駅の地下駅などでは重しを入れてようやくバランスを保っている状態です。つまり、地下水位のバランスがとても重要だということを指します。

上記より、本研究の最終課題は、地下水位のバランスを保つため、いかにして地下水を有効活用するか、を考案することが目標だったわけですが、最終課題は中途半端な感じになってしまったと思います。その原因として、授業外で調査をあまり進めなったことと、資料を集めことばかりに重点を置きすぎ、最終課題を班員で会議する時間が少なかった事だと思います。

しかし、班員とは協力して調査を進めることが出来ました。最初のうちは班員とのコミュニケーションもなく実習が煩わしく感じましたが、次第にコミュニケーションもとれ、協力することが出来ました。

実習を終えて、班員と共に一つのテーマに則り、調査し議論するのは楽しく、いい経験になりました。

今後もこのような機会があれば積極的に取り組んでいきたいと思います。

私の貢献内容：

この班での調査の中で、私は調査資料の収集・保管・管理、ポスター制作、グループ・中間・最終報告などです。全ての作業にまんべんなく参加することができました。