

河川工学特別演習（2006年度）

担当：鷲見哲也助教授

Water Encyclopedia (Editors: J. H. Lehr and J. Keely, Wiley) より、

3つのセクションを抽出し、輪読しました。

受講者は、伊藤一馬、梶田晃平、亀井 大、川口博史、木伏宣了の5名です。

各担当の和訳をここにまとめます。

2006年7月25日 鷲見哲也

第1のセクション (Volume: Surface and Agricultural Water, pp.150-153 より)

洪水制御構造物

貯水池

貯水池の目的は、豪雨により増加したピーク流量を、下流の水系へ安全に流すことの出来る水位まで制御することによって氾濫するのを防止することである。

ダムは保護すべきある区間の直上流に置かれ、特に小さなダムでは大量の水が発生するところに配置される。ダム放流水出口の流量は、一般にバルブやゲートで調整します。遊水地による効果は連続方程式によって説明できる。

$$Q_{in}(t) - Q_{ou}(t) = \frac{dV}{dt} \quad (1)$$

Q_{in} はダム流入流量、 Q_{ou} はダム放流流量、そして V は水の体積である。一般に、ダム放流量は遊水地の水深の関数である。遊水地の概略図は図1で見られる。流量の効果は図2で説明できる。明らかなことは、ピーク時の流量の減少と洪水現象の持続の緩和である。

出口のタイプは、遊水地の貯留特性や洪水問題の性質で選ぶべきである。自由越流な水路は放流口を作動する堰より好ましい。それは後者が非常時に放流しても計画出口の大きさは洪水のとき上回っていてもである。

(ここまで伊藤訳)

遊水地

遊水地を一つ、または複数建設することによって、河の多くの地点で、洪水災害が減る、または、被害地からすぐ上流の遊水地が、局地的な防御に比べて、より経済的な保護工事を行い、これらの構造物をえるようなところで、貯水池は考えられるべきである。洪水の流量の一部を選ばれた地

域に貯留するのを許し、一般に川の横に設置される。遊水地は横越流堰で供給される。洪水の後、貯水を空にするには、ゲートかバルブで管理することにより、保存されている水を減らすことができる。遊水地の効果は洪水の期間を変化させることなく、最大流量を減少させることである。堰の規格は許容の下流のピーク流入量と最大ダム放流水の間の差により決定される。構造物のコストの評価によってその高さは決まる。なぜなら高く長いほど高価だからだ。そのうえ、高さは貯水がはじまる時刻に影響を与える。

(ここまで亀井訳)

分岐の構造物

洪水バイパスは、洪水の分岐を確実にでき、それはもともとある水路を通過する流れを許容値まで削減することを可能にする。分岐した流れは、同じ水路の下流のある地点に洪水を元に戻す。または、水を他の水路または別の流域に運ぶ。それに加えてもう一つの区間に水を運ぶだけではなく一時的に十分な体積を貯留でき、そうして大きい浅い貯蔵池としてふるまうことができる。分岐した流れは、2 番目の川として永久的に働きあるいはもし洪水がある時点から離れるとするならばそれは洪水の間にだけ働く。最初のケースとして川の形態の変化が起こる。なぜなら水によるせん断力で元の河川においては流出水の減少のための変動が起こる。2 つ目のケースとして分岐した水路は、長い間乾いたままになるし維持が必要である。バイパスへの水の流入は他の方法でも達成される。多くの場合自然の堤防の低いところあるいは堤防沿いの段差のあるところに用いられる。いくつかの場合一度越流した時、洗われる様に堤防の低い区間が作られる。そしてバイパスに入ることによって可能最大流量は大きくなる。その他の場合においてある有限な河川水位で越流が発生するように越流部あるいは堰が用いられた。この最後の解決法はたびたび洪水が起こるときや更新が必要な堤防の区間が存在するときに提案される。

(ここまで、川口訳)

堤防

堤防は越水するのを妨げる防御壁のかわりのものを示します。堤防は川と平行に建設された縦ダムで、土盛堤又は石組みによる構造物があります。最後のケースは洪水壁と呼ばれます。堤防は、よく使われます。なぜなら、それらの経費は低く、材料が簡単に手に入るからです。それらは一般に川の近くのある場所で掘り出されたもので、層状に配置され、圧縮されます。堤防の不透水性を増加させるために、粘土の核か矢板壁が使われます。裏盛土先端の川道ラインに沿って排水溝か埋設管の設置が望ましく、そして、裏法面は浸潤線を含むために十分な平面にすべきです。保全設備活動を許すためには、上面の幅が最低でおよそ 3m は必要です。河岸斜面は通常とてもゆるやかです。なぜなら、材料費が安いからです。そして、芝張りやかん木や木の栽植か捨石を用いることによって侵食から保護されるべきです。堤防の計画期間に広範囲の安定性を確認すべきです。堤防の規模が利用可能領域に適合しないとき、余地を削減するために洪水壁を用いるでしょう。それらは洪水位の時に河川水によって与えられた静水圧(揚力を含む)に抵抗することを意図してい

ます。時々、洪水壁は土で裏込めされています。そして、低い流量の場合、それは擁壁として働きます。

(ここまで木伏訳)

著作権等の関係から、図のコピーは載せておりません。内容の概略を下記に記します。

図-1: ダム貯水池(ゲートはオリフィス式で開口部は固定)の水収支の模式図。

図-2: 図-1の、流入流量波形と放流流量波形を重ねた図。放流の方がピークが遅れ、低くなる。

図-3: 横越流型の遊水地の模式図(平面図)。

図-4: 図-3のタイプの越流部通過前と通過後の流量波形の重ね合わせ。その2つのグラフの差は貯留に使われている。

図-5: 河道の分岐のタイプ。(a)は分岐し下流で合流するタイプ。(b)は分岐したまま戻ってこない。分岐部は、堰越流型となっている。

図-6: 堤防横断面の模式図。堤体中央にシートパイル(矢板)が打ってある。

第2のセクション(Volume: Water Quality and Resource Development, pp.489-491 より)

利水の確保と効率

地球規模と地域的スケールの水使用およびユーザ

河川の舟運から化学実験の構成要素として水を費やすことまで、水は多くの用途およびユーザを持っています。地球規模においては、4つの最も多くの水を要求する人間の活動は、エネルギー水力電気生成、農業のための灌漑、都市の供給および水道以外の工業生産です。それらの各自は、莫大な多量の水を必要とします。また、その利用法では、少なくともいくつかの水質特性は影響を受けており、それは、他のユーザが同じ水から利益を得ようとする選択を制限します。これは、資源を管理し開発するために各ユーザが水資源を管理し、接取する独占権を持つための競争を引き起こします。水力電気は、水の位置エネルギー(地理的な標高)に影響します。そして、他の3つは基本的に水質に影響します。人間によって頻繁に無視されてきた5番目のユーザがあり、それは水から利益を得る正当な権利を最も古くから持っています。それは自然です。自然界は、湖、森林、森、洪水および気候調整における水を必要とし、征服し変形し、成長し、拡大する人間の望みによって、非常に影響されました。

(ここまで木伏訳)

世界的に農業分野は最大の水の消費者である。しかしこのバランスがすべての大陸または地域

において同じであるというわけではない。例えば、温暖で良質な農業生産をもたらすような頻繁な雨の降る国は、灌漑の必要がないかもしれないが、大変乾燥して不均一な水や降雨を持っている他の国々では、適度な穀物収穫高を得るためには、莫大な灌漑の工事が必要である。図1は、最も水質に影響を及ぼす3者の人的用途の間での体積の分配を表している。

水不足、紛争、テクノロジーと意識

大部分の国で急速に発展している水不足は、多くの場合重大な紛争や、水を得るための競争、そして明らかに大きな不公平をつくる。図2は、大部分の国の水不足を発生させている理由を示す明白で単純な実例である。もちろん、その厳しさはさまざまに異なっており、そして地域にある天然資源と人口圧力によって決まる。一般に、世界全体では危機が高まっている。

(ここまで伊藤訳)

水使用法のいくつかの優先事項を確立する法的な規則か歴史上の特権のための法的な支援は、時々、使用者間の実際の、または見かけ上の衝突を減らす助けになる。他の規定する仕組みは、水市場である。ここで使用者は他の使用者への水利権を交換することができる。これは、結局長所をもつが、市場、および世界経済(通常政治的な想像および方法に従う全く人工の問題)が、物の価値に関する誤った信号を送る場合、大きな損失も持ちます。

使用者間の競争は絶対的ではない; 上流に使用された水はその後自由に下流で使用できる、最初の消費者からの残りの水を放流することは、それらの後の使用法を禁じるほどに十分に危険ではない。すなわち、水を処理して再利用するいくつかの技術の可能性が昔からある。もし技術を適用するのに十分な金銭があれば、悩みは解消されるだろう。しかし、技術は高価であり、ほとんどの国は貧しい。そのような、不当と危機はまだ長く続きます。これは慣習経済により、そして農産物の世界的な取引のための不公平な競争によって水に与えられた低い価値によって悪化させられる。こうして不当と危機はまだ長く続くのだ。

(ここまで亀井訳)

しばしば誤った経済問題対応策は水がより大きな利益率へと変える場合において使用されるべきであることを示します。これは深刻に問われそして再調査されるべきタブーの一つである。なぜならそれは観光事業やエレクトロニクスや全体的な産業のようなサービスの使用は栽培や食べ物で用いるより大切であるという意見を私たちに受け入れさせようとするよりよいアプローチは後者のりょうが市場より非常に過小評価され、その他のりょうが大きく過大評価されることを受け入れることでずそのような場面は、生態系による水の使用でも生じる。20世紀中ごろには水の配ることの必要性和不足問題へのビジョンは大きいダムやよく似た大掛かりな土木工事による供給を増やすということであった。それは力不足であることを示し、まれに需要がふつりあいに増加したため、今世紀に向けてビジョンは改進的に変わらなければならなかった。そのアプローチはいまや水需要の管理と自然の限界に配慮しなければならない。水不足は保全や効率の良い水の使い方について直接的に対応されなければならない。これらの選択肢もまた技術的な構成要素を持っている。むしろ主に人

間の習慣や意識でかなり支えられている。それらは水を運んだり処理したりする大掛かりな技術的な工事に依存する選択権からは基本的に異なる。

(ここまで川口訳)

都市スケールにおける水のユーザーと要求

都市における水の利用者はたいていそこに住んでいたり働いている人です。彼らは現存する家やビル、オフィス、公園、ホテル、学校、によって代表されます。

都市にはいくつかのタイプがありそれらの構成要素には豊富なバリエーションがあります。観光都市や娯楽都市にはたくさんのホテルがあり、ほとんど工場はありません。産業都市はそれとは逆です、家族の住居は普通いかなる都市においてもよりおおきな構成要素であり明らかにより多くの水を必要とする区域なのです。

都市の水の需要はL/人/日という形式で平均的な市民によって表現されます、それには直接あるいは間接に使われる水と管路網における水漏れも含まれます。人々は家で直接水を使いますが仕事や学校でも使います。また例えば食事をするレストランのように水を直接使えるほかの人物や訪れた店や施設によって、さらには一般的には都市のあらゆる産業によって間接的に水が使われるのです。水が消費地域にたどりつくようには水漏れはさげがたくおこるのです。先の理由はもし平均的な家庭内消費が 300L/人口/日ならば、なぜ十分な重需要はだいたい 500L/人口/日ぐらいになるかも知れないという事を説明してくれるのです。図-3 は家庭内消費についての国際的な統計を対照にして示しています。勿論一つの国の中でさらに同じ都市の中の異なる地域や人の中でさえ大きなバリエーションがあります。図-4 は家庭内での水の消費配分のサンプルです。

(ここまで梶田訳)

著作権等の関係から、図のコピーは載せておりません。内容の概略を下記に記します。

図-1: 1900年以降の世界の水需要の変遷。1950～2000年までで3倍程度に増えた。セクターごとの内訳も示されており、1950年代まではほとんどが農業用水、それ以降は7割程度を占めている。工業用水は2割程度。

図-2: 世界の人口当たりの再利用可能な水の量の変化。1900年は25,000m³/人/年だったのが、2000年には7,000m³/人/年まで減少している。不足と摩擦の明瞭なサインとしている。

図-3: 国別の、一人当たりの水使用量の違いを示しており、米国では382L/人/日、順に、カナダ、イタリア、スウェーデン、フランス(135L/人/日)などを示している。

図-4: カナダでの、家庭での典型的な水利用の内訳を示している。トイレ30%、風呂・シャワー35%、掃除5%、洗濯20%、キッチン・飲用10%となっている。

生態地域：環境管理のための空間フレームワーク

生態地域 (Ecoregion) の定義

Ecoregion(生態地域)は、地球の生態系の階層を考えた、計画・分析のためのあるスケールとして定義される。その考え方は、モデリングやサンプリング、戦略的計画やアセスメント、そして地区、地域、地方といった生態的広がり単位の国際的な計画のための、広い利用可能性を持っている。

(ここまで、鷲見訳)

『生態地域化』は生態系内の土地の生態学的に明確な地域を線で書いたり区切ったりする一つのプロセスです。それぞれのエリアは区別されたシステムとしてみなしうるのでありその個別のシステムは、地質的、地形的、土地、植物、気候、野生生物、人間要素のメッシュと相互作用からうみだされているのです。そのメッシュと相互作用から生態学の機能やプロセスが続いているのです。これらの要素のうち一つもしくはそれ以上の要素の優越性は所与の生態学的土地区画によって変化しています。このような土地の区画分に対する全体のアプローチは場所を特定した生態系からとても広範囲にわたる生態系まで尺度に関係する根拠にもとずいて増加的に適用可能なのです。生態学的なプロセスと発展的メカニズムと地質学的な力が、時間と空間の様々な尺度を横切って風景を絶えず再構成しているのであり、それらが明確ではあるがダイナミックな生態地域を結果として生じさせます。世界の植物のすべてと大抵の薬と原料はこれらのプロセスと結び合わされた生物の多様性から生じます。このようにして生態地域は風景の様々な特質が結び合わされた状態の中で空間的な違いを通してその同一性を得るのです。地形学、水文学、栄養学のような様々な要素は生態地域の中の場所によって変化するかも知れない、これらの特質を特定するのに重要です。

(ここまで梶田訳)

生態地域の目的

環境管理のための空間的なフレームワークとして生態地域を使用する主な目的は、資源使用の摩擦を最小限にし、生態地域の中の社会文化的なニーズを調和させることにより、生態効率を最大限にすることです。生態地域も環境の性質を解釈するためのエリアを分離するために使用されます。カナダとアメリカのような国々は今、代表的なエリア(3)の評価のために最も粗いスケールとして生態地域を使用しています。このプロセスは多くの情報を必要とします。任意の特定の生態地域においての生態系の特性および生態系の変化する条件の基礎的情報が、一連のモニタリングによ

てまとまるかもしれませんが、それは、その生態地域の中の管理の実施に影響します。生態地域の知識は以下のことを促進します；標準の生態学の階層にサイトを割り当てたりリンクすることは、サンプリングのばらつきを最小限にし、同様の特性を持ったエリアのための結果を推定する能力を増加させます。

(ここまで亀井訳)

生態地域の研究の重要性

生態系的な集積性、自然の資源、生物多様性は、すべての生態系での環境管理のための3つの生態学的な必要条件である。これらの3つの要因は、好ましい生態地域の必要条件として存在すべきである。なぜなら生態地域はそれ自身が大きな生態系だからである。これらの要因の間で生物多様性は世界的な重要性を持っているとともに、野生生物の価値を豊かな文化的な遺産を結合させる。

このようにそれぞれの生態地域は色とりどりで豊かな文化的な遺産を伴う計り知れない自然の価値を持ち古い文化的な伝統の固有の自然な遺産と結びついている。それぞれの生態地域は生態学的に異なり際立って美しいので、生態地域はエコビジネスの世界的なネットワークとグローバル化を進展させるのと同じくらい地域経済を改善する大きな可能性があるエコツーリズムを引き寄せる。

(ここまで川口訳)

生態系のバランスを守る

どんな小さくても動物や植物を含めるすべての生物は、健全でかつ機能を発揮する生態地域として地球のシステムを維持する際、重大な役割を果たす。生命の複雑な組織からどんな種でも取り除くことは、全体のシステムのバランスをかく乱し、その結果として今日に劣化した生命区域を残してしまう。自然科学の研究は、かつて海洋は湿地の生態系や海洋のような質と量の中の豊富な生命でバランスの取れた生態系でいっぱいであったことを明確に示唆している。

彼らの多くは現在までに絶滅した。現実には、実際の生息数が現在いる数(人間が捕食を始める前)と比べると指数関数的に大きかった。一度人間が狩りを始め、彼らの食欲は飽くことを知らず、そして生態地域の生態系の完全な崩壊をもたらした不均衡がはじまった。このように生態地域化のひとつの重要な側面は、生態地域の中の生態系バランスを保持していくことである。

(ここまで伊藤訳)

自然遺産と環境の保護を確保する

自然遺産とその環境は任意の生態地域の同一性を持続してきました、それは例えばアラスカのような世界の多くの国々の雨林のように数千年間、快適で数多くの人間の地域社会を持続した自然的財産です。最近、アラスカ州の雨林は、地域がより重大でより永久的な脅威に直面していく様に破壊されています:それは、既に壊滅的な地球の伐木が太平洋北西部を荒廃させてきた様な脅威

です。雨林伐採は、原野に向かって広がり、不十分に計画された開発によって、アラスカ経済の好況や不況リズムと完全に同調し、そして、それは、海岸の家やリゾート地のための海岸線を消滅させたり、パブリックアクセスを制限したり、壊れやすい沿岸州や湿地帯の破壊をもたらします。この破壊に加えて、それはさらに多くの野生生物生息地を破壊しています。

(ここまで木伏訳)