

河川整備における流域土地利用計画の必要性について

鈴木 浩（福島大学・共生システム理工学類）

1. はじめに

2005年度自然共生再生プロジェクトにおいて、筆者は「都市・地域計画と水循環」について報告し、都市計画マスタープランそして用途地域制度、緑のマスタープラン、土地利用計画などに河川と水循環のあり方を位置づけていくことを提案したⁱ。本年度に策定された阿武隈川流域整備計画の策定過程においても、河川整備計画と都市計画・地域計画の連携についての議論があった。それらの経過を踏まえて、あらためて流域土地利用計画の必要性やそのあり方について、具体的な事例に基づいて提起してみたい。

2. 流域における地域社会の成り立ち

流域における地域社会の形成は、河川を取り巻く元々の地質・地形、自然生態系に対する人間の働きかけの結果である。そのもっとも基本的な働きかけが利水であり治水である。それによって、農業的土地利用や都市的土地利用に特化していき、治水や利水の必要性をさらに高めていくという連鎖的な関係にあった。都市計画の側からいえば、治水技術の発展が都市的土地利用の高度化を促し、極端にいえば、河川や水循環の都市における位置づけを軽視してきたという側面も否定できない。

今日では、このような、いわば河川を“人為的に押さえ込み、征服する”ような治水の方法が根本的に見直されつつあり、さらには都市のあり方や土地利用のあり方の見直しが求められるようになってきたといえよう。すなわち、環境共生、サステイナブル・ディベロップメント、循環型社会、などの視点が大きくクローズアップされるようになってきたのである。

そして、河川や森などの自然環境を都市におけ

るエコロジカル・インフラストラクチュアとしてどう位置づけるか、が重要なテーマになりつつあるが、その整備のあり方についての議論はまだ十分に深まっているわけではない。例えば、各都市で、都市計画マスタープランや緑のマスタープランが策定されているが、その中で河川の位置づけは、図面上で、流域を単線で示す程度で、その周辺の土地利用や都市計画的な用途地域などをどう関連づけるべきかという議論がされてきたという経過は余り聞かない。

イアン・L・マクハーグは、「Design With Nature」において、エコロジカル・プランニングの考え方を提起しているが、わが国の都市計画分野で、そのようなアプローチが取り入れられているとはいえない状況である。

本研究が目指そうとしているのは、流域における治水の方法論と都市における土地利用のあり方を関連づけること、流域整備と都市計画における位置づけを統一的に展開できる方法を構築することである。つまり、都市計画マスタープラン・線引き制度・用途容積制度の運用において、河川と流域整備計画を具体的に位置づけていくための方法を構築していくことである。

本稿は、その足がかりを得るための考察である。

具体的には、阿武隈川流域における、いくつかの土地利用計画に関わる取り組みの事例を取り上げ、都市計画・地域計画における河川整備や水循環の位置づけの可能性を探ることとしたい。

3. 浜尾遊水地

浜尾遊水地は須賀川市に位置し、およそ 75ha の面積をもつ遊水地である。

築堤によって外水被害から守るというのではなく、一定の越流を見込んだ土地利用をすることで、下流域への流量の急激な変動を緩和しよう

図 浜尾遊水地の現状①



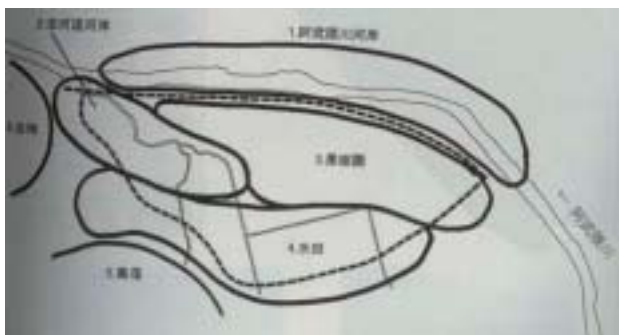
というものである。したがって、一定の確率で冠水することを前提とした土地利用のあり方を考えておくことが前提になるし、地域社会における安全・安心の確保はもちろんのこと、そのような自然との接し方が、地域社会にとってより豊かな土地利用となることを実現していくことが重要である。

表 浜尾遊水地諸元

事業面積	約 75ha
湛水面積	約 62ha
遊水地容量	約 180 万 m^3
周囲堤	約 1,950m
越流堤長さ	100.0m

遊水地として国が買い上げる以前は、図に示すように大半が果樹園と水田であった。しかも、旧河道が北西部に位置し、それに囲まれた低湿地であった。

図 浜尾遊水地の従前土地利用



現在、浜尾遊水地に求められる役割として、遊水機能の他に考えられているのは以下の通りであるⁱⁱ。

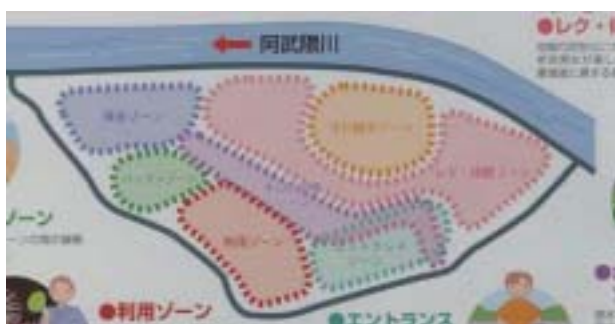
図 浜尾遊水地の現状②



- ① 動植物の良好な生息・生育環境の場
- ② 地域の歴史を活かした地域振興の場
- ③ 子供たちの環境教育の場
- ④ 幅広い年齢層の憩いの場
- ⑤ スポーツ・レクリエーションを通じ健康増進を促す場
- ⑥ 人の交流の場

これらを土地利用計画として示したのが下図である。

図 浜尾遊水地の土地利用計画



現状①②でみるように、現在は遊水地容量を確保するために、さらに掘削する予定になっていて、土地利用計画に基づいた整備が進められているわけではないが、このような土地利用計画の妥当性は何によって裏づけられるのであろうか。その際に、この計画が須賀川市の都市計画の中でどのように位置づけられているのかが重要である。また、環境共生型の地域社会形成に結びつく遊水地の土地利用のあり方をどのように見出せるのか、さらには、そこでの土地利用計画が誰によって、どのように維持管理されていくのかという視点も欠かせない。国が買収した遊水地であるが、その維持管理と利用を国によってクローズドな運

用をすることには当然ならないので、周辺の地域社会との連携や協働の視点が欠かせないであろう。例え、自然の生態系を重視した土地利用のあり方をめざしたとしても、人々の接し方や活用、管理運営のあり方について、地域社会の関わり（地域社会の管理力）を重視すべきであろう。

4. 三春町・地域でつくる土地利用計画

三春町に位置する三春ダム水源地ビジョンが2006（平成 18）年度に策定された。この三春ダムは、上流域に3万人前後の人口を擁し、畜産系の土地利用が目立つことなど、水源地としての水質維持にとってさまざまな課題を抱えている。と同時に田園風景の中に位置しており、その特質を活かした地域活性化のための重要な資源として活用することも期待されている。そのような三春ダムの完成を契機に、2002 年以来「さくら湖自然環境フォーラム」が毎年開かれてきた。そこでは、さくら湖の自然環境についてのダム管理所、大学、環境系民間研究所、小中学校、そして地域住民などによる協働の取り組みの発表の場であるとともに、ダム上下流域の自治体の連携の場づくりとして機能してきた。これらの取り組みによってダム水源地の水質や環境を守るための協働と連携の場を形成しつつあることは全国的にも先駆的な取り組みとして特質してよい。

さらに2006（平成 18）年度、三春ダムの西南部に位置する中妻地区において、地域で決める土地利用計画の策定が進められ、それに基づいて町当局が土地利用要綱を制定することとしている。都市計画区域を除けば、農村地域や中山間地域における土地利用についてのルールは十分なものではなかった。国土利用計画法に基づく土地利用計画が策定されているが、森林法、自然公園法、農振法などの個別法に基づく手続きによって土地利用転換が図られていて、そこでの土地利用を地域社会として計画的に誘導することが難しかったのである。つまり、水源地域においても、その周辺の開発行為を規制誘導することが難しく、

水源地としての水質保全や景観形成などをめざした土地利用のあり方を追求していくことも困難であった。三春ダム付近の中妻地区において、地域住民による自らの農地や宅地を含めて、今後の土地利用の方向について、一定の方向性を見出しながら、大枠の土地利用計画を策定し、新たな開発行為に対して自治体への届出と地区まちづくり協会への通知義務をルール化することとした。2007（平成 19）年度、三春町は全町において、この土地利用計画を策定する予定である。

このように、ダム水源地周辺における土地利用のあり方を、地域住民が主体となってルール化したことは、環境共生型あるいは水循環型の地域社会を目指すうえで注目すべき動きとして注目してもよい。

この、地域で決める土地計画の策定は、都市計画制度の及ばない農村地域や中山間地域における野放図な開発行為や環境破壊を防止するために福島県が取り組んでいるもので、将来的には県下の市町村に呼びかけていこうとしている。

このような土地利用に関する取り組みが進んでいけば、エコロジカル・インフラストラクチャなどの存在を地域特性として位置づけていくことになるのではないかと考え、筆者も積極的に提案してきたものである。

5. 摺上川ダム水源地ビジョンと水源地保護条例

摺上川ダムに関する水源地ビジョンも2006（平成 18）年度策定された。ここでの水源地ビジョンは、三春ダムのそれとは対照的である。つまり、ダム上流域はほとんどが森林地域であり、環境負荷がかかるような土地利用や人々の暮らしが集積しているわけではない。また単独の自治体の行政区域になっている。ダム下流には、飯坂温泉があり、観光地としての相乗効果を期待しているものの、ダム上流域との役割分担を強く意識したものとなっている。ダムサイト直下には、もにわの湯、茂庭生活歴史館、茂庭ふるさと館などが整備されているが、ダム上流域は福島市による「水源

地保護条例」が制定され、しかもダムの湖面の利用については湖面利活用委員会の検討を経て、外来種の混入などを防ぐために釣りの禁止、モーター付きのボートなどの禁止など、環境維持を強くねらった規制が行われることになった。

さらに付け加えておけば、茂庭地区では、これまでの集落を街並み景観として維持していくための取り組みも行っており、ダム建設に伴った、まちづくりとして展開されている。

6. 荒川流域の歴史的評価と整備の方向

福島市内を流れる荒川流域を対象に「荒川ミュージアム」構想が練られている。

荒川流域には、霞堤、砂防堰堤、床固め、水防林などさまざまな年代の治水・砂防の工法が実施され、技術史的な観点からも貴重なものが多いことや沿川には温泉、湖沼、公園、公共施設の集積もあり、荒川そのものの歴史的・社会的な意義を基礎にして、地域社会における流域の位置づけをしていこうとする試みである。しかも、この流域には、「ふるさとの川・荒川づくり協議会」、「土湯温泉観光協会」、「まちづくりを考える西の会」、「“ふくしま荒川物語” 実行委員会」など地域団体が活発に活動を行ってきていることも、流域全体をミュージアムとして見立てていこうという動きにつながっている。

図 荒川ミュージアム構想の概要



7. 都市計画法の改正

2006年の「まちづくり三法」改正の一環として、「準工業地域」への大規模集客施設の進出が抑制されることになり、特に地方都市では、中心市街地活性化計画を策定しようとする場合に、特別用途地域などの網をかぶせることが必要になった。これまでの都市計画区域、市街化区域・市街化調整区域（線引き）や用途容積区域（色塗り）などは、1960年代以降の高度経済成長期の市街地拡大基調を背景に設定されてきたものである。今回の都市計画法改正は、人口減少・高齢社会への突入など新たな時代背景に基づいて、持続可能性を意図した都市計画のあり方への変換を意味している。直接的には、この準工業地域の見直しなどをきっかけにして、流域における土地利用計画のあり方に対して、一歩踏み込んだ対応が生まれてくることを期待したい。

8. まとめ

これまでみてきたように、流域を地域計画や都市計画に位置づけるような試みが展開されてきている。しかし、このような動きが都市計画サイドの都市計画マスタープランや緑のマスタープランなどにオーソライズされる段階に至っているわけではない。今後、河川整備計画などの策定や実施に連動して、都市計画あるいは農村計画などの領域からも流域としての土地利用のあり方が検討されていくことが望まれる。

i 鈴木浩「都市・地域計画と水循環」（2006年度自然共生再生プロジェクト・報告）

ii 福島河川国道事務所『浜尾遊水地』

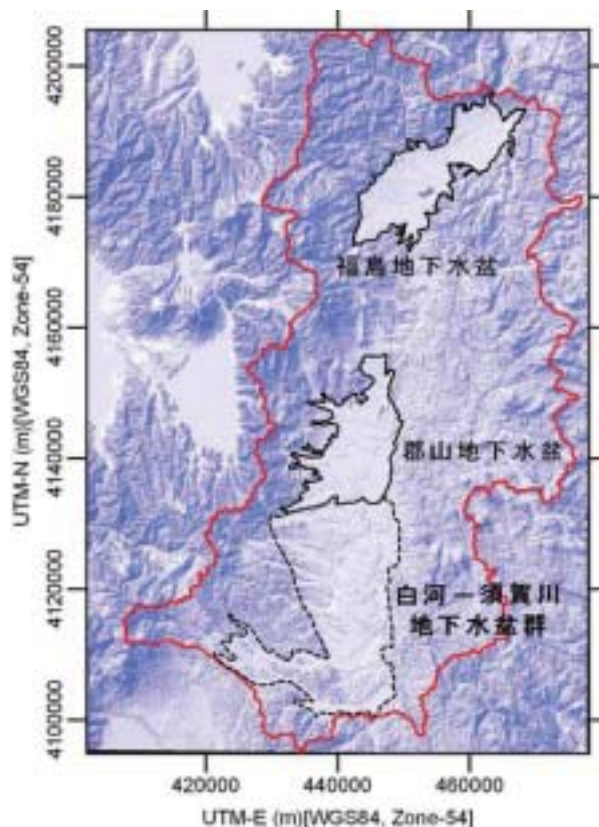
福島地下水盆・郡山地下水盆の予察的シミュレーションモデルの構築と 地下水観測網の検討

柴崎直明（福島大学・共生システム理工学類）

1. はじめに

阿武隈川流域の地下水盆については、昨年度の調査（柴崎，2006）で福島地下水盆，郡山地下水盆，および白川－須賀川地下水盆群に区分した（図－1）。そして，東北農政局計画部資源課（1964）の「昭和36～37年度農業用大規模地下水調査報告書－福島盆地」に掲載されている井戸資料や，「全国地下水（深井戸）資料台帳 東北編」（経済企画庁総合開発局国土調査課，1963；国土庁土地局国土調査課，1979）に掲載されている井戸資料，および国土交通省土地・水資源局国土調査課（2004）が公開している「全国地下水資料台帳」の2002年度調査井戸の資料を使用して，各地下水盆の揚水量－水位降下量－比湧出量の関係や，比湧出量の分布，透水係数の分布を明らかにした。その結果，福島地下水盆は郡山地下水盆と比較して比湧出量が大きく，帯水層の能力が大きいことが判明した。また，自然状態での地下水流動系を，国土地理院発行の数値地図50mメッシュ（標高）を使用した地形解析に基づき推定したが，両地下水盆とも西側山地からの地下水流動が卓越していると推定された。

本研究では，昨年度実施した阿武隈川流域の地下水流動についての基礎的研究結果を踏まえて，福島地下水盆と郡山地下水盆について地下水シミュレーションの予察的モデルを作成して試行的シミュレーションを行うとともに，モデル構築の過程やシミュレーション結果をもとに，今後必要と判断される地下水観測網について検討する。これにより，2つの地下水盆について，適切な地下水盆管理を行うための具体的な調査方針や調査項目が明らかになると期待される。



図－1 阿武隈川流域の地下水盆

2. 地下水シミュレーションモデル構築の方法

コンピュータを使用した地下水シミュレーション技術は，Tyson and Weber（1964）により米国カリフォルニア州の海岸平野に適用されてから，我が国をはじめ世界各地の帯水層や地下水盆に適用されるようになった。現在では，地下水資源の開発や管理にとって欠かすことのできない重要なツールとなっている。地下水シミュレーションモデルは，1960年代には簡単な平面2次元モデルが使用されたが，1970年代に入ると地下水流動や地盤沈下の発生を解析するために準3次元モデルや断面2次元モデルが開発され（水収支研究グループ，1976），日本各地の地下水盆に

適用されるようになった。1980年代になると準3次元多層帯水層モデルが開発され、複数の帯水層からなる地下水盆の地下水資源管理に利用されるようになった（水収支研究グループ，1999）。

1980年代後半になると、コンピュータ技術や数値解析技術の進歩を背景にして本格的な3次元地下水流動モデルが開発されるようになり、米国地質調査所の研究者により開発されたMODFLOWコード(McDonald and Harbaugh, 1988)は、現在までにさまざまな改良が加えられて世界的な汎用コードとなっている。MODFLOWを基本コードとした汎用ソフトである Processing Modflow (PM) (Chiang and Kinzelbach, 1993) や移流による粒子移動を解析する PMPATH (Chiang and Kinzelbach, 1994), さらにはMODFLOWで計算された水頭を使用して3次元の物質輸送計算を行う MT3D (Zheng, 1990) や MT3DMS (Zheng and Wang, 1999) などは、1990年代以降、先進国だけではなくアジアやアフリカの途上国にも適用されている（柴崎，2005）。

本研究では、Processing Modflow (PM)の改良版である Processing Modflow Pro (PMWIN Pro) (Chiang, 2005) を使用して、福島地下水盆と郡山地下水盆の3次元地下水流動モデルを構築することとした。地下水盆のモデル化にあたっては、福島県福島盆地水理地質図（地質調査所，1979）および福島県郡山盆地水理地質図（地質調査所，1978）を利用した。

3. 福島地下水盆のモデル化

福島地下水盆は、比較的境界の明瞭な地下水盆である（図-2）。地下水盆を平面的に見ると、北東-南西方向に長軸をもち中央部が狭くなる“ひょうたん型”を示す。北東-南西方向の長軸長は約33 km、北西-南東方向の短軸長は中央部のくびれた部分で約3.5 km、南盆地の最大幅は約11 km、北盆地の最大幅は約10 kmである。福島地下水盆の水平面での面積は、226.3 km²である。

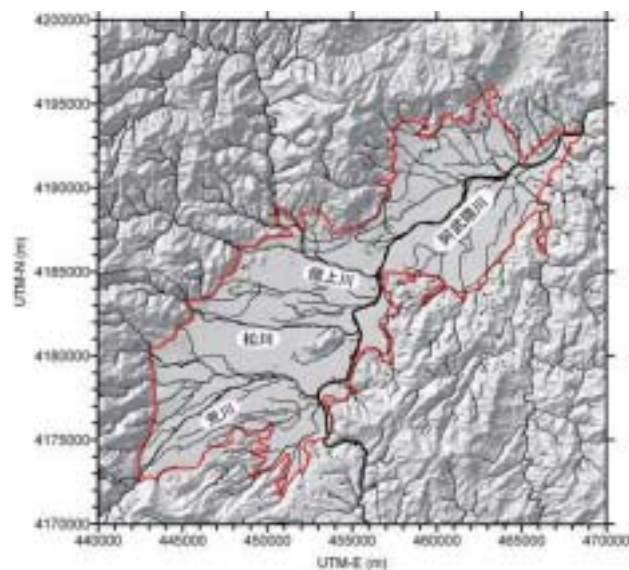


図-2 福島地下水盆の平面図

(1) 平面グリッド分割

福島地下水盆の3次元地下水モデルを作成する場合に、まず、平面的なグリッド分割を行う必要がある。MODFLOWは差分法四辺形グリッドとBlock-centered grid methodを採用しており、分割されたセルの中心点において計算水頭値が得られる。そこで、本研究では、福島地下水盆を平面的に200 m×200 mのグリッドに分割し、後述するように河川境界条件や土地利用状況、地下水揚水量などがなるべく実態に近い状態でモデルに反映できるようにした。また、MODFLOWの空間表示の方式に合わせて、列番号(J-Col)と行番号(I-Row)をつけた。

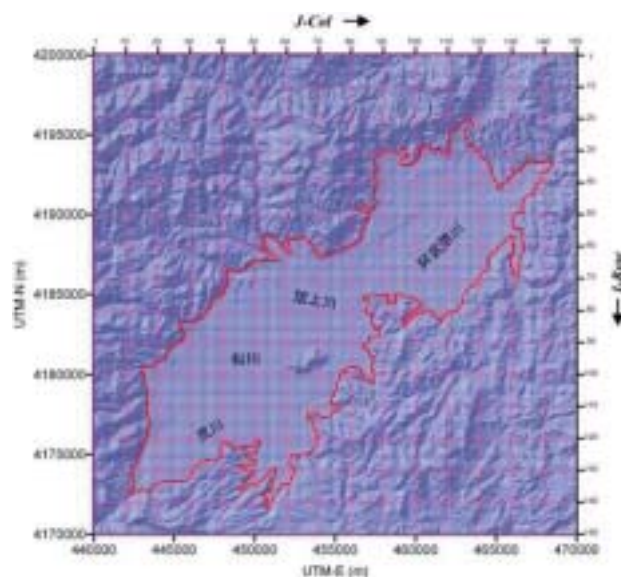


図-3 福島地下水盆モデルの平面グリッド

(2) 鉛直モデル層分割

福島地下水盆の地形面標高分布をみると、図-4のように最高標高は320 m、最低標高は32 mとなっている。

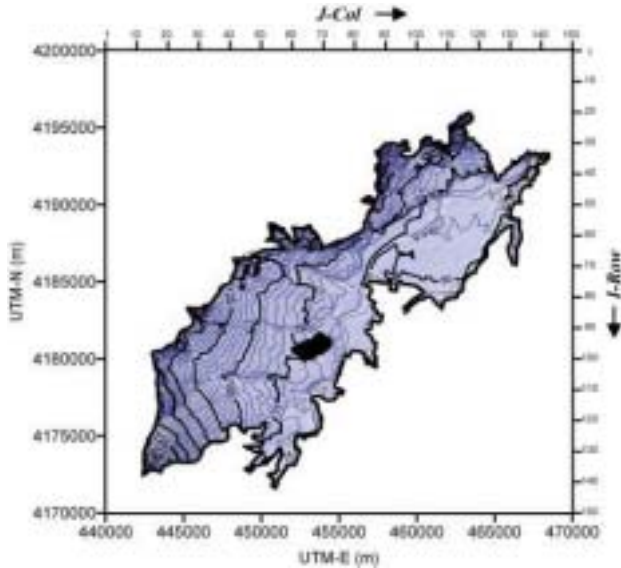


図-4 福島地下水盆の地形標高分布

(等高線の間隔は5 m, 太線は25 m 間隔)

一方、福島地下水盆の基底面標高は、地質調査所(1979)によれば福島市街地付近が最も低く標高-60 m 程度と推定されている。したがって、地下水盆上面の最高標高は320 m、地下水盆下面の最低標高は-60 m ということになり、その差は380 m に達する。そこで、福島地下水盆モデルでは、鉛直方向のモデル化範囲を標高320~-100 m の範囲とし、各モデル層の厚さを10 m、モデル層数を42層とする。

したがって、各モデルセルの大きさは、東西方向200 m×南北方向200 m×鉛直方向10 m の直方体となる。この程度のセルの大きさであれば、地下水盆を構成する帯水層や加圧層の連続性や層厚分布をモデルにも十分反映させることができると判断される。なお、福島地下水盆モデルでは、地下水盆の基盤をなす花崗岩類や火山岩類などを不透水性基盤とみなし、モデル計算においては非計算領域として扱うことにするが、非計算領域を含めたモデルセル数は、150行×150列×42層=945,000セルに達する。

(3) モデルフレームワークの構築

福島地下水盆の土台を構成する不透水性基盤までの深度、あるいは地下水盆基底面の標高は、限られた井戸資料で確認されているだけであり、地域によっては地下水盆の底までの深度が不明瞭なところがある。本研究では、福島県水文地質図集(東北農政局計画部, 1978)に掲載されている基盤等高線、および福島県福島盆地水理地質図(地質調査所, 1979)に掲載されている地質断面図と井戸柱状図をもとにして、福島地下水盆の大まかな基底面構造を把握した(図-5)。

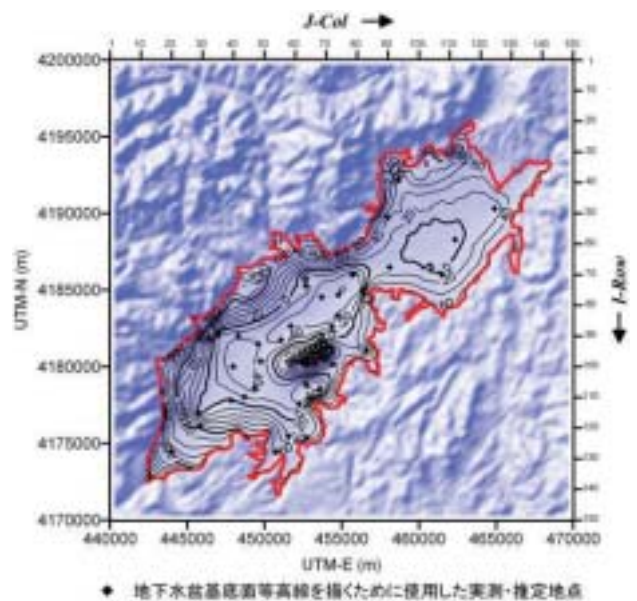


図-5 福島地下水盆の基底面標高分布

(等高線の間隔は10 m, 太線は50 m 間隔)

地下水モデルでは、地下水盆の地形面標高および基底面標高を考慮して、各セルについて計算領域、非計算領域を判別し、それをモデルに入力してモデルのフレームワークを構築した(図-6)。

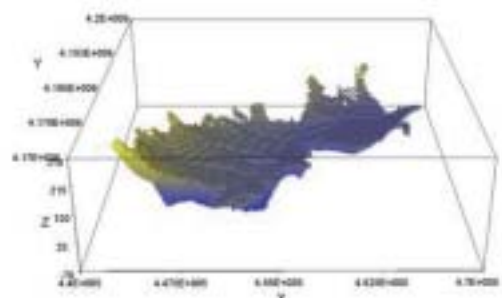


図-6 福島地下水盆モデルの構造

(4) モデルの境界条件

本研究で構築する福島地下水盆モデルは、地下水盆全体をモデル化しているため、地下水盆内に堆積している地層とその周囲および下位に分布する不透水性基盤との境界は閉鎖境界とした。

一方、このモデルでは地下水と河川との交流関係を再現させるため、図-7に示すように、阿武隈川をはじめ主要な河川には河川境界条件を設定した。このうち、モデルの試行シミュレーション段階では、阿武隈川に固定水頭境界を、また、その他の主要河川にはMODFLOWの河川パッケージを用いて河川境界条件を設定した。なお、河川の水位は数値地図 50 mメッシュ（標高）から算出したセル中央部の標高値とし、河川パッケージに入力する河川コンダクタンスは、河川の規模に応じて 500~2,000 m²/dayと仮定した。

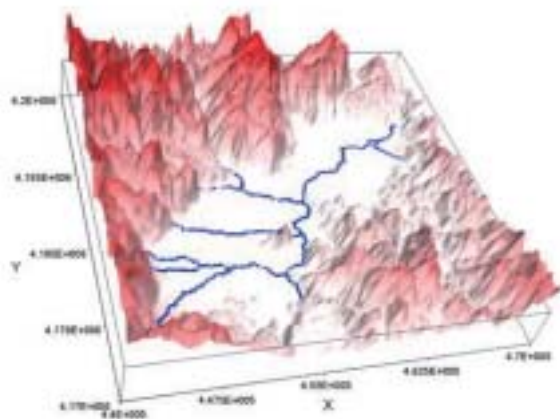


図-7 福島地下水盆モデルの河川境界条件

(5) 帯水層係数

MODFLOWによる地下水モデルには、帯水層係数として次のパラメータを入力する必要がある。

- ・ 横方向の透水係数
- ・ 縦方向の透水層係数
- ・ 比貯留量（被圧条件の非定常計算の場合）
- ・ 比浸出量（不圧条件の非定常計算の場合）
- ・ 有効間隙率

このうち、横方向の透水係数については、昨年度解析した福島地下水盆に分布する 42 本の井戸

記録による比湧出量データをもとに、Logan (1964)の方法で透水量係数を算出し、それをスクリーン長で除することにより帯水層部分の透水係数を算出した。それによると、福島地下水盆では透水係数の算出に使用した井戸本数は少ないものの、図-8に示すように深度 50 m 未満の井戸が最も高い対数平均値 (3.50 m/day) を示し、ついで深度 100 m 以上の井戸が 3.34 m/day、深度 50~99 m の井戸が 1.52 m/day となっている。

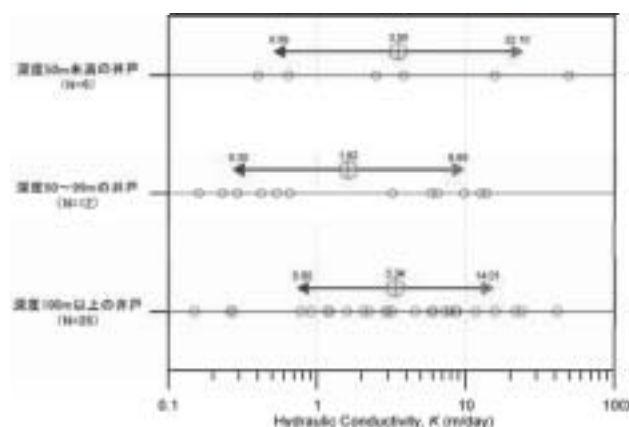


図-8 井戸深度別透水係数分布（福島地下水盆）

地下水モデルでは、地下水盆内の深度ごとに透水係数の対数平均値を初期値として入力し、モデルの検証計算の過程で対数標準偏差の範囲内で必要に応じて透水係数値の修正を行うこととした。

縦方向の透水係数については実測値が得られていないため、福島地下水盆の帯水層には砂礫層中に粘土層が挟在することを考慮して、初期値として水平方向透水係数の 1/5 の値を入力した。比貯留量は被圧帯水層の一般的な値である 1.0E-3 を与え、比浸出量および有効間隙率は柴崎 (1981) が福島盆地の間隙率として与えた 0.10 を初期値として使用した。

4. 郡山地下水盆のモデル化

郡山地下水盆は、東側の阿武隈山地とはほぼ直線状に接するが、西側の奥羽山脈との境界線は屈曲しており、南側は白河-須賀川地下水盆群（柴崎, 2006）と接する地下水盆である（図-9）。地

下水盆を平面的に見ると、南に底辺をもち南北方向に長い三角形を示す。地下水盆東部での南北方向の長軸長は約 23 km、東西方向の幅は五百川以南で 10~15 km である。郡山地下水盆の水平面での面積は 205.3 km² である。

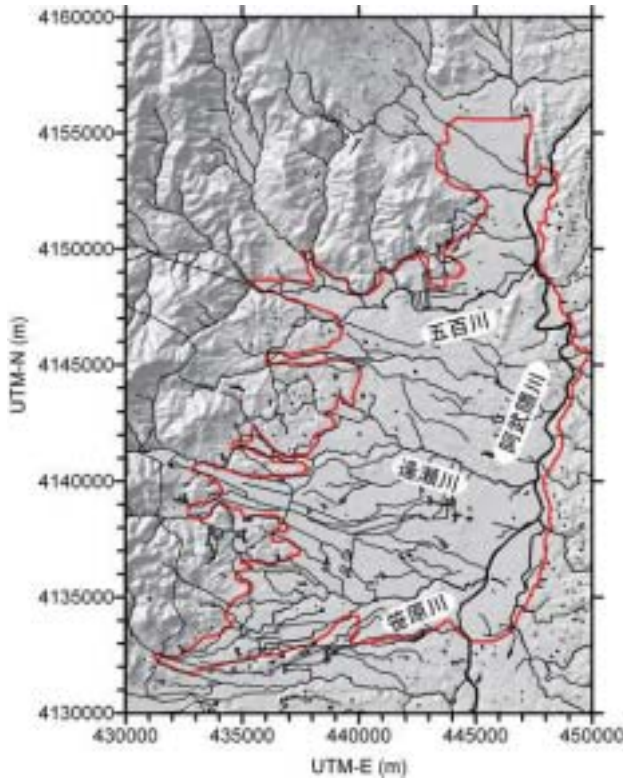


図-9 郡山地下水盆の平面図

(1) 平面グリッド分割

福島地下水盆と同様に、郡山地下水盆も平面的に 200 m×200 m のグリッドに分割し、河川境界条件や土地利用状況、地下水揚水量などがなるべく実態に近い状態でモデルに反映させるようにした。そして、MODFLOW の空間表示の方式に合わせて、列番号 (J-Col) と行番号 (I-Row) をつけた。

各モデルセルは、東西方向 200 m×南北方向 200 m の大きさをもつ正方形とした。また、平面的なモデル化範囲は、東西方向 20 km×南北方向 30 km であり、列数は 100、行数は 150、平面でのセル数は 150,000 となる。

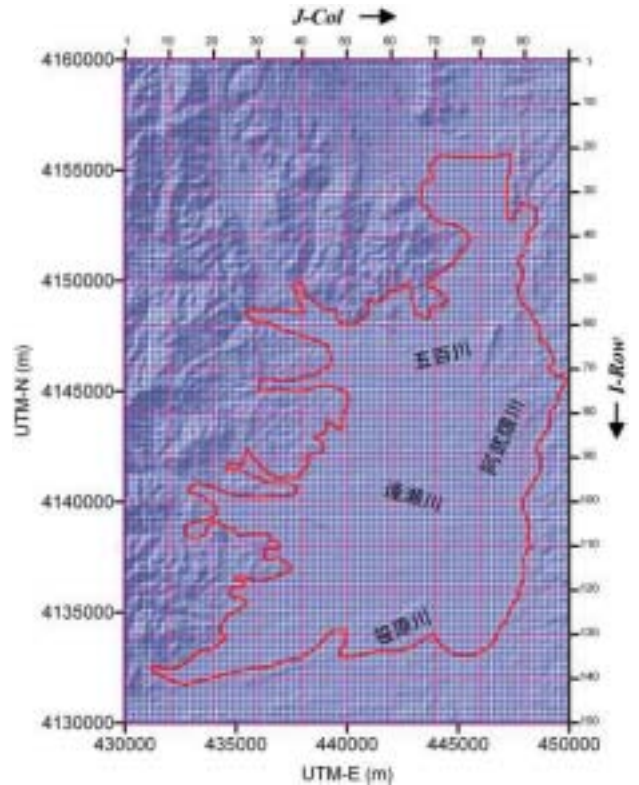


図-10 郡山地下水盆モデルの平面グリッド
(2) 鉛直モデル層分割

郡山地下水盆の地形面標高を図-11 に示す。

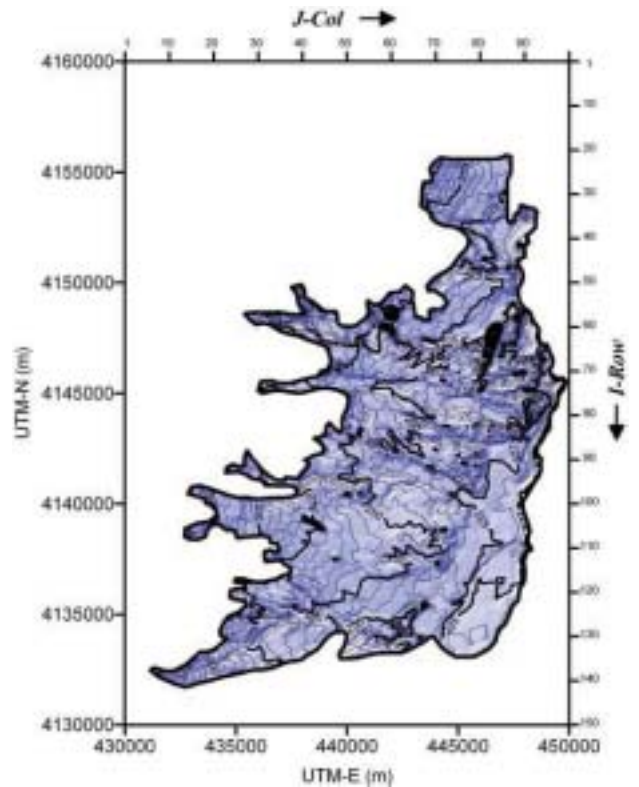


図-11 郡山地下水盆の地形標高分布
(等高線の間隔は 5 m, 太線は 25 m 間隔)

郡山地下水盆内の地表面の標高は、最高点で 361 m、最低点で 204 m となっている。

一方、郡山地下水盆の基底面標高は、地質調査所 (1978) によれば本宮町中心部付近が最も低く標高 145 m 程度と推定されている。したがって、地下水盆上面の最高標高は 361 m、地下水盆下面の最低標高は 145 m ということになり、その差は 216 m となる。そこで、郡山地下水盆モデルでは、鉛直方向のモデル化範囲を標高 360~100 m の区間とし、各モデル層の厚さを 10 m、モデル層数を 26 層とする。したがって、各モデルセルの大きさは、東西方向 200 m×南北方向 200 m×鉛直方向 10 m の直方体となる。

なお、郡山地下水盆モデルでは、地下水盆内に堆積している主な地層は第四紀の郡山層であり、その下位に分布し地下水盆の基盤をなす花崗岩類や新第三紀凝灰岩類などは不透水性基盤とみなす。なお、郡山地下水盆南縁部では、石英安山岩質凝灰岩などからなる白河層が分布しており、隣接する白河-須賀川地下水盆群では、白河層や下位の第三系も良好な帯水層となっていることから、郡山地下水盆モデルの南縁部では地下水の連続性を考慮した境界条件を設定する必要がある。

(3) モデルフレームワークの構築

郡山地下水盆の土台を構成する不透水性基盤までの深度、あるいは地下水盆基底面の標高は、福島地下水盆と同様に限られた井戸資料で確認されているだけであり、地域によって地下水盆の底までの深度が不明瞭なところがある。本研究では、福島県郡山盆地水理地質図 (地質調査所, 1978) に掲載されている郡山層基底面等高線および地質断面図、井戸柱状図をもとにして、郡山地下水盆の大まかな基底面構造を把握した (図-12)。

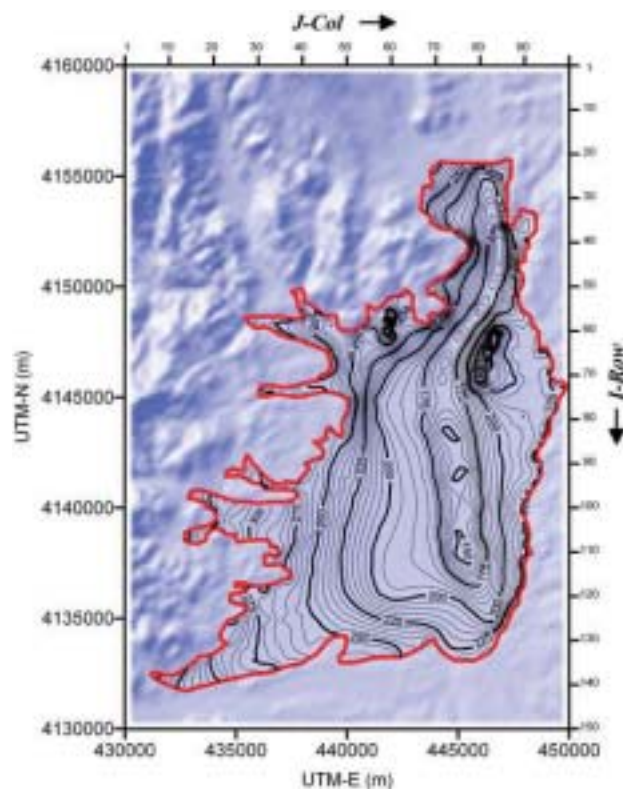


図-12 郡山地下水盆の基底面標高分布

(等高線の間隔は 5 m、太線は 25 m 間隔)

地下水モデルでは、地下水盆の地形面標高および基底面標高を考慮して、各セルについて計算領域、非計算領域を判別し、それをモデルに入力してモデルのフレームワークを構築した (図-13)。

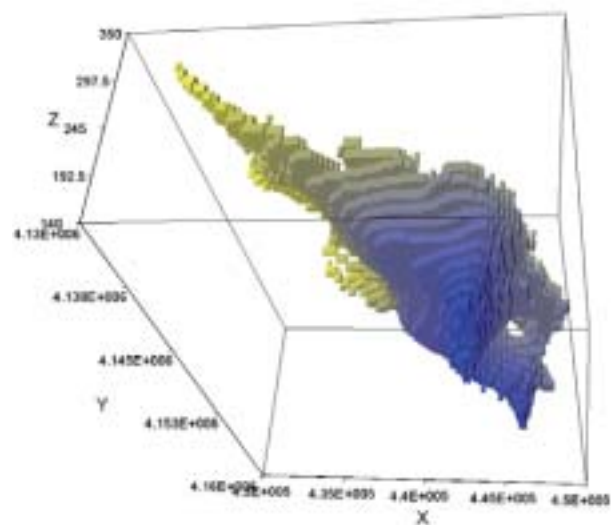


図-13 郡山地下水盆モデルの構造

(南南東の地下から見上げた場合の基底面構造)

(4) モデルの境界条件

構築する郡山地下水盆モデルは、地下水盆全体をモデル化しているので、地下水盆内に堆積している地層とその周囲および下位に分布する不透水性基盤との間は基本的に閉鎖境界とした。ただし、郡山盆地の南縁部は白河-須賀川地下水盆群と接しており、郡山層は白河層にアバットしているので、図-14に示すようにモデルの南部下面にはMODFLOWの一般水頭境界（GHB）を設定した。そして、GHBコンダクタンスは初期値として $1,500 \text{ m}^2/\text{day}$ を入力し、外部境界水頭は柴崎（2006）で推定した自然状態での地下水頭（ $=2 \text{ km}$ メッシュによる切谷面）とした。

一方、このモデルでは地下水と河川との交流関係を再現させるため、図-14に示すように、阿武隈川をはじめ主要な河川には河川境界条件を設定した。このうち、モデルの試行シミュレーション段階では、阿武隈川に固定水頭境界を、また、その他の主要河川にはMODFLOWの河川パッケージを用いて河川境界条件を設定した。なお、河川の水位は数値地図 50 mメッシュ（標高）から算出したセル中央部の標高値とし、河川パッケージに入力する河川コンダクタンスは、河川の規模に応じて $200 \sim 1,000 \text{ m}^2/\text{day}$ と仮定した。

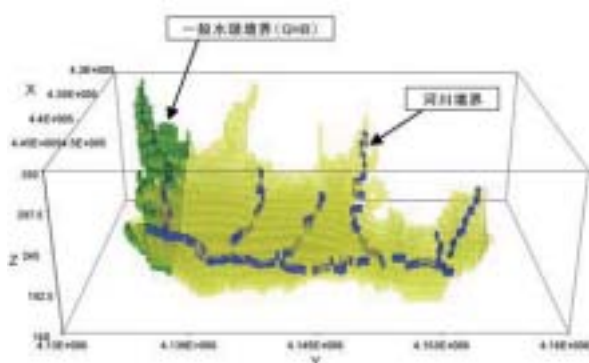


図-14 郡山地下水盆モデルの境界条件

(東側から見下ろしたモデル境界条件分布)

(5) 帯水層係数

郡山地下水盆モデルに入力する横方向の透水係数については、昨年度解析した郡山地下水盆に

分布する120本の井戸記録による比湧出量データをもとに、Logan (1964)の方法で透水量係数を算出し、それをスクリーン長で除することにより帯水層部分の透水係数を算出した。それによると、郡山地下水盆では図-15に示すように深度50~99 mの井戸が最も高い対数平均値(0.81 m/day)を示し、ついで深度50 m未満の井戸が0.59 m/dayとなっている。深度100 m以上の井戸は0.39 m/dayと透水係数が小さい。

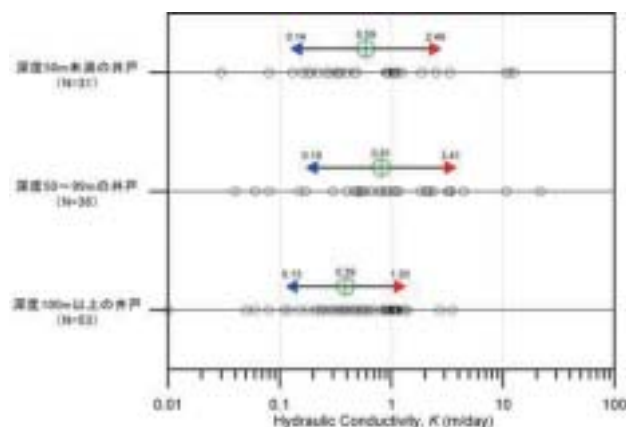


図-15 井戸深度別透水係数分布(郡山地下水盆)

地下水モデルでは、地下水盆内の深度ごとに透水係数の対数平均値を初期値として入力し、モデルの検証計算の過程で対数標準偏差の範囲内で透水係数値の修正を行うこととした。

縦方向の透水係数については実測値が得られていないため、郡山地下水盆の帯水層には砂礫層中にところどころ粘土層が挟在することを考慮して、初期値として水平方向透水係数の1/2の値を入力した。比貯留量は被圧帯水層の一般的な値である $1.0E-3$ を与え、比浸出量および有効間隙率は福島盆地と同様に0.10を初期値として入力した。

5. 試行的シミュレーション結果

(1) 福島地下水盆モデル

まず、モデルの応答特性を把握するために、1万年間の擬似的定常計算を行った。この計算では、初期水頭を地形面と同じ標高であると仮定し、年間365 mmの涵養量を入力し地下水揚水量を入力しない場合に、どのくらいの時間で計算水頭が

定常状態に達するかを調べた。その結果、福島地下水盆モデルの計算水頭は、約 4,000 年で定常状態に達することが判明した。

次に、モデルの初期水頭を昨年度推定した自然状態での地下水頭に置き換えて、100 年間の非定常計算を行った。この場合も、365 mm/year の地下水涵養量をモデルに一律に与え、地下水揚水量がない自然状態での計算とした。その試行的シミュレーション結果（図-16）をみると、南盆地では西から東に向かう地下水流動が顕著に表れている。一方、北盆地では中央部を流れる阿武隈川に向かって、両岸から地下水が流れ込む。計算水頭は、河川境界を設定した河川沿いで低く、河川間や扇状地では高くなる。なお、計算水頭ポテンシャル分布と地形面とを比較すると、扇状地の扇端部や阿武隈川沿いの低地部で計算水頭が地形面よりも高くなる場所が多く、このような地域では自然状態において地下水が自噴していたものと推定される。

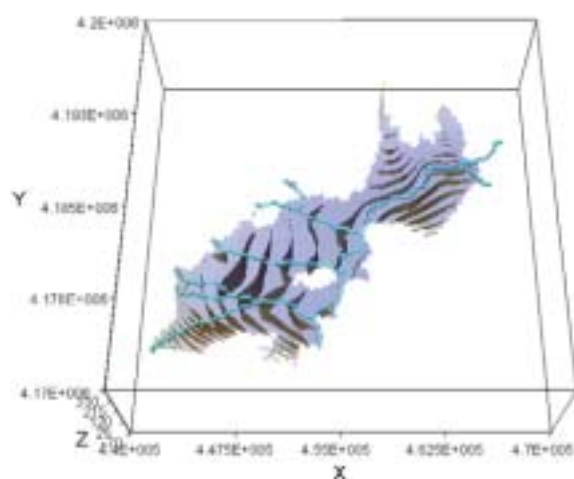


図-16 福島地下水盆モデルの
試行的シミュレーション結果

(水頭ポテンシャル面と 15 m 間隔の水頭等値面の分布)

(2) 郡山地下水盆モデル

郡山地下水盆モデルでも、モデルの応答特性を把握するために、1 万年間の擬似的定常計算を行った。初期水頭を地形面と同じ標高であると仮定

し、年間 300 mm の涵養量だけを入力した場合に、どのくらいの時間で計算水頭が定常状態に達するかを調べた。その結果、郡山地下水盆モデルでは、年間 300 mm の涵養量を入力すると計算水頭が異常に上昇した。これは、郡山地下水盆に分布する帯水層の透水係数が小さく、しかも固定水頭境界を設定した阿武隈川は地下水盆の東縁にあるため、涵養した水が十分に排出されないためと考えられる。そのため、涵養量を 50 mm/year と小さくしたところ、昨年度推定した自然状態での地下水頭とほぼ同じ形状を示した。なお、擬似的定常計算で計算水頭が定常状態に達するまでの時間は約 3,000 年であった。

次に、モデルの初期水頭を昨年度推定した自然状態での地下水頭に置き換えて、100 年間の非定常計算を行った。この場合も、50 mm/year の地下水涵養量をモデルに一律に与え、地下水揚水量がない自然状態での計算とした。その試行的シミュレーション結果（図-17）をみると、西から東に向かう地下水流動が卓越している。計算水頭ポテンシャル分布と地形面とを比較すると、郡山市街地を含む阿武隈川沿いの地域では、自然状態では地下水が自噴状態にあったものと推定される。

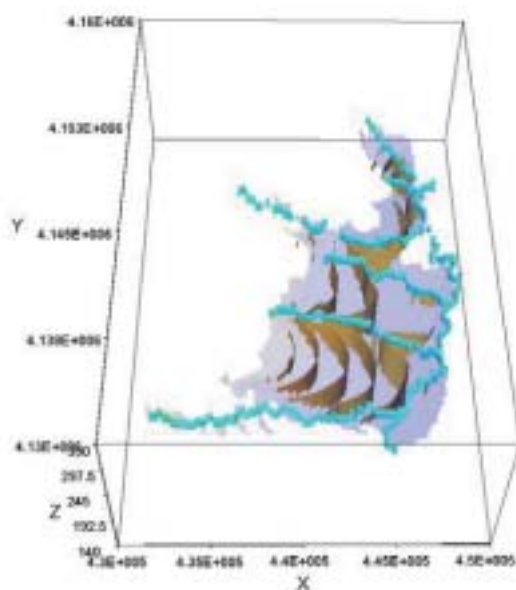


図-17 郡山地下水盆モデルの
試行的シミュレーション結果

(水頭ポテンシャル面と 10 m 間隔の水頭等値面の分布)

6. 地下水観測網の検討

地下水盆を適切に管理していくためには、地下水の状態を適確に把握するための地下水観測網が必要である。また、地下水盆管理を行うために欠かすことのできない地下水シミュレーション解析においても、地下水の実測データはモデルを検証し解析精度を向上させるために不可欠である。ここでは、福島地下水盆、郡山地下水盆それぞれについて、構築した予察的地下水盆モデルの試行的シミュレーション結果を踏まえて、地下水盆管理に必要な地下水観測網を検討する。地下水観測井では、地下水位の連続観測と、定期的な水質分析を行うことが望ましい。

(1) 福島地下水盆の地下水観測網案

福島地下水盆の厚さは南盆地で 100～160 m と厚く、深度 50～100 m の部分には比較的粘土層を多く含んでいると考えられる。また、福島市街地付近でも地下に粘土層が発達することが知られている。こうした地域では、地下水は大きく浅層部の不圧帯水層と深層部の被圧帯水層に区分される可能性があるため、1箇所あたり2本の観測井（浅層と深層）から構成される地下水観測施設が必要であると考えられる。

一方、南盆地の周辺部や北盆地では、地下水盆の厚さは 100 m 未満であり、とくに地下水盆の周辺部では地下水は主に不圧地下水として存在していると考えられる。したがって、このような地域では深度 100 m 未満の観測井があればよいと判断される。

福島地下水盆では、図-18 に示すように、浅層・深層地下水観測井からなる観測施設が 8 箇所、浅層地下水観測井からなる観測施設が 20 箇所設置できれば、地下水盆の動態を適確に監視することができるとともに、地下水盆を合理的に管理できると期待される。また、観測データが蓄積されれば、地下水シミュレーションモデルの検証データとして活用することができる。

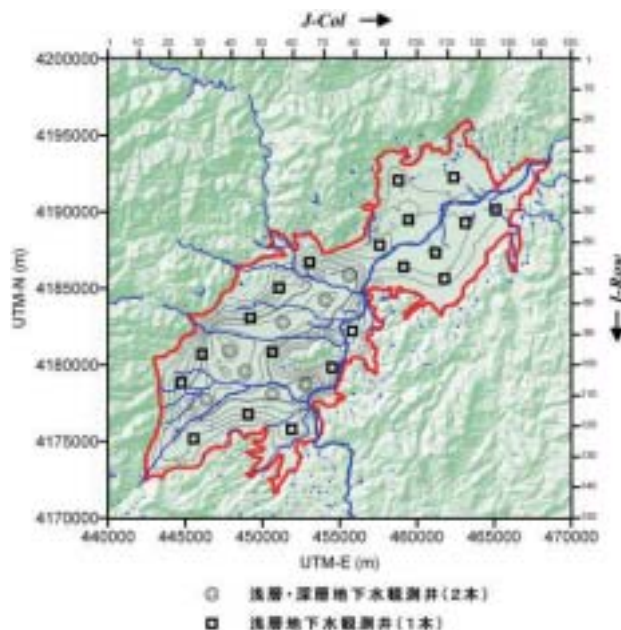


図-18 福島地下水盆の地下水観測網設置案

(背景の等高線は地下水盆の厚さ、単位：m)

(2) 郡山地下水盆の地下水観測網案

郡山地下水盆の厚さは最大 100 m 程度であり、厚さ 80 m 以上の地域が南北に狭長に分布している。地下水盆中央部での厚さは 40～80 m であり、その西側では 40 m 未満と薄くなる。郡山地下水盆では、中央部から東部にかけての地域で地下に粘土層が分布することが知られている。

そこで、図-19 に示すように、地下水盆の厚さが 80 m 以上の地域で 1箇所あたり 2本の観測井（浅層と深層）から構成される地下水観測施設が必要になると考えられる。また、地下水盆の厚さが 20～60 m の地域において、浅層地下水を対象とした観測井を設置することが望ましい。

以上のように、郡山地下水盆では、浅層・深層地下水観測井からなる観測施設が 6 箇所、浅層地下水観測井からなる観測施設が 15 箇所設置できれば、地下水盆動態の適確な監視、地下水盆の合理的な管理、および地下水シミュレーションモデル検証データの取得ができると期待される。

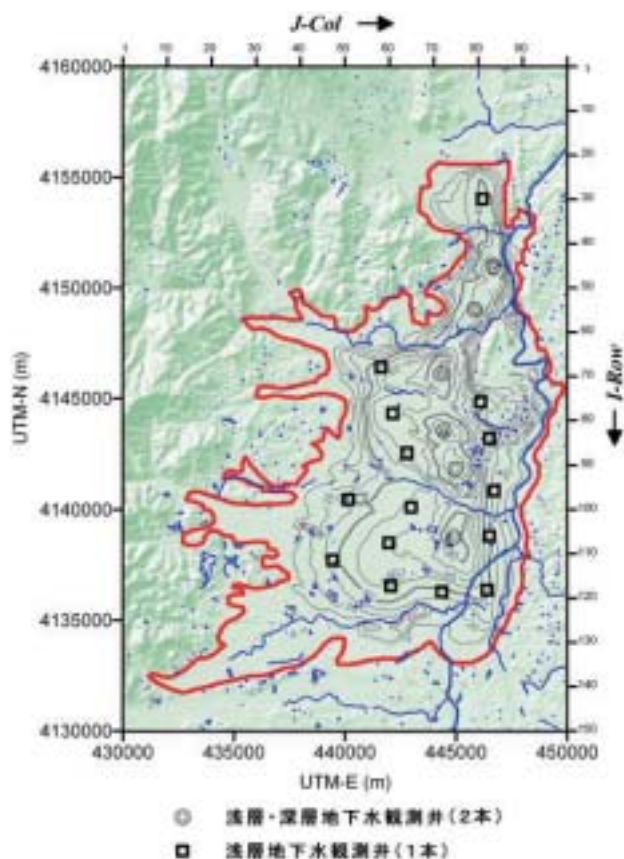


図-19 郡山地下水盆の地下水観測網設置案

(背景の等高線は地下水盆の厚さ，単位：m)

6. まとめと今後の課題

阿武隈川流域に分布する福島地下水盆と郡山地下水盆について、昨年度の調査結果と既存文献資料をもとに、予察的な地下水シミュレーションモデルを構築した。両モデルとも3次元モデルとし、セルの大きさは平面的に200 m×200 m、モデル層厚は10 mとした。それぞれの地下水盆全体をカバーするように地下水モデルを作成すれば、地下水盆全体の地下水動態をシミュレーション解析することができる。

作成した地下水シミュレーションモデルに境界条件や帯水層係数を入力して、自然状態での地下水流動を計算した。地形解析により推定した地下水頭を初期値として計算すると、扇状地の扇端部や阿武隈川沿いの低地部で計算地下水頭が地形面よりも高くなる部分がみられ、自然状態ではこれらの地域に自噴帯があったことが推定された。

地下水盆のモデル化や試行的シミュレーション結果を踏まえて、それぞれの地下水盆について必要とされる地下水観測網を検討した。その結果、福島地下水盆では浅層・深層地下水観測井からなる観測施設が8箇所、浅層地下水観測井からなる観測施設が20箇所設置できれば、適切な地下水盆の管理ができると判断される。また、郡山地下水盆では、浅層・深層地下水観測井からなる観測施設が6箇所、浅層地下水観測井からなる観測施設が15箇所設置することが望ましい。

今後は、検討した地下水観測網設置案の実現を関係機関と連携して目指すとともに、以下の事項について調査・研究を進めて地下水盆の動態把握に取り組む必要がある。

- ① 地下水盆構造の詳細な把握
- ② 帯水層単元の確立
- ③ 層相変化の把握と水文地質特性の評価
- ④ 地下水涵養量の推定
- ⑤ 地下水揚水量の把握
- ⑥ 地下水頭分布、変動の把握
- ⑦ 水質分布・変動の把握

引用文献

Chiang, W. H. and Kinzelbach, W., 1993: Processing Modflow (PM), Pre- and postprocessors for the simulation of flow and contaminant transport in groundwater system with MODFLOW, MODPATH and MT3D. Distributed by Scientific Software Group, Washington, DC.

Chiang, W. H. and Kinzelbach, W., 1994: PMPATH. An advective transport model for Processing Modflow and Modflow. Geol. Survey of Hamburg, Germany.

Chiang, W. H., 2005: 3D-Groundwater Modeling with PMWIN, Second Edition, Springer Berlin Heidelberg, 389p.

地質調査所, 1978: 福島県郡山盆地水理地質図, 水理地質図, No. 28.

- 地質調査所, 1979: 福島県福島盆地水理地質図, 水理地質図, No. 29.
- 経済企画庁総合開発局国土調査課, 1963: 全国地下水(深井戸)資料台帳—東北編, 684p.
- 国土庁土地局国土調査課, 1979: 全国地下水(深井戸)資料台帳—東北編, 740p.
- 国土交通省土地・水資源局国土調査課, 2004: 土地分類調査と水調査, <http://tochi.mlit.go.jp/tockok/index.htm>.
- Logan, J., 1964: Estimating transmissibility from routine production tests of water wells. *Ground Water*, 2, 35-37.
- McDonald, M. G. and Harbaugh, A. W., 1988: A modular three-dimensional finite-difference ground-water flow model. *Techniques of Water-Resources Investigations 06-A1*, USGS, 576p.
- 水収支研究グループ, 1976: 地下水盆の管理—理論と実際—, 東海大学出版会, 東京, 242p.
- 水収支研究グループ, 1999: 地下水資源・環境論. 共立出版, 東京, 350p.
- 柴崎直明, 2005: 地下水シミュレーション—途上国における適用と技術移転—. *地球科学*, 59, 393 - 396.
- 柴崎直明, 2006: 阿武隈川流域の地下水流動についての基礎研究, *自然共生・再生研究, 共生のシステム*, Vol. 2, 福島大学理工学群共生システム理工学類, 83-93.
- 柴崎達雄, 1981: 地下水盆と地下水流動系—とくに古地下水流動系について, 杉山隆二ほか編, 堆積盆中の流体移動, 東海大学出版会, 東京, 368p.
- 東北農政局計画部資源課, 1964: 昭和36~37年度農業用大規模地下水調査報告書—福島盆地, 299p.
- 東北農政局計画部, 1978: 福島県水文地質図集, 48p.
- Tyson, H. H. and Weber, E. M., 1962: Groundwater management for the nation's future - computer simulation of groundwater basins. *Proc. Amer. Soc. Civil Engrs.*, 90, HY4: 57-77.
- Zheng, C., 1990: MT3D, a modular three-dimensional transport model. S. S. Papadopoulos & Associates Inc., Rockville, Maryland.
- Zheng, C. and Wang, P. P., 1999: MT3DMS: A modular three-dimensional multispecies model for simulation of advection, dispersion and chemical reactions of contaminants in groundwater systems; Documentation and Users Guide, Contract Report SERDP-99-1, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

阿武隈川流域における平常時水質の実態

木内豪(福島大学・共生システム理工学類)

1. はじめに

阿武隈川流域は福島県中通り地方から宮城県南部に至る地域の都市活動や地域文化、自然環境の基盤を為し、本川沿いには郡山市、福島市、白河市、須賀川市、二本松市などの都市が連続的に位置する。必然的に、阿武隈川本川は支川流域内の活動で生じる汚濁物質を集めながら流下するため、過去暫くはBODを指標にした水質が東北で最も悪い一級河川であった。近年は環境基準を全地点で満たしているが、汚濁の程度（濃度レベルや見た目の汚さ）は達成率で見ると改善していないのが実情であり、阿武隈川に清浄な流れを取り戻すにはほど遠い。

阿武隈川の水質については様々な研究が行われている(例えば¹⁾²⁾が、本研究では流域管理の視点による効果的な水質改善に資することを目的として、阿武隈川の本川・支川の水質の時空間分布の実態解明を行った。本論文では既存データ及び2006年に実施した河川の流量・水質の一斉調査結果を用いて、河川水質の時空間分布の実態、支川からの栄養塩負荷流出、河川水質の形成要因、阿武隈川本川における汚濁物質の輸送および自浄作用の実態について検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 阿武隈川流域の概要

阿武隈川流域の面積は約5,400km²で流域内には約140万人が居住している。本流域の西側は奥羽山脈が南北に走っており地形が急峻で、地質は火山噴出物からなるため、支川が多量の土砂を流出して山麓地帯に扇状地を形成し、洪積層、沖積層が発達している。また、阿武隈川本川の東側は花崗岩質の阿武隈山地丘陵からなり、比較的緩勾配の支川が本川に流れ込んでいる。奥羽山脈と阿武隈山地には含まれるように阿武隈川本川沿いの平野があり、様々な都市基盤と水田・畑地等が広がる。

流域の平均降水量はおよそ1,100~1,500mmで、平野部から阿武隈山地ではおよそ1,200mm、奥羽山脈側で1,500mm程度である。流域の土地利用は、国土数値情報を用いて算出すると、森林56%（公称値は森林70%）、水田16%、畑14%、建物用地・幹線交通用地7%、荒地・内水地・その他6%、ゴルフ場1%となっ

ている。中流域平野部の灌漑農業は、猪苗代湖からの毎秒最大約15m³/sの取水と安積疏水によって支えられている。

阿武隈川流域のうち、福島県内の下水道普及率は約42%、汚水処理人口普及率は約64%である。福島県では総合的な汚水処理構想として「全県域下水道化構想」を策定し、2020年までに県全体で下水道、農業集落排水、合併処理浄化槽等の普及率をそれぞれおよそ66%、10%、22%まで高めようとしている。

図-1には本論文で対象とする阿武隈川本川の水質調査地点（地点番号A~Lは後の説明で頻出する）、支川流域界と主たる支川流域の名称、本川に2箇所ある発電用ダム（飯野ダム、信夫ダム）と乙字ヶ滝地点にある取水堰の位置、下水処理場（W1~W5は本川に直接放流する処理場）の位置、直轄ダム3箇所と県管理ダム2箇所の位置を示す（流域内にはこのほかにも灌漑ダムや農業用ため池も多数存在している）。



図-1 阿武隈川流域（地点の具体名は図-2下段参照。図-2に表示の無いJは福島流量観測所、Lは八幡流量観測所）

3. 既存データに基づく本川水質の特徴把握

阿武隈川流域では数多くの支川が串状に本川に流入していることから、本川の流下に伴う水質変化を調べることは、本川での汚濁負荷の挙動だけでなく流入する支川流域の水質を把握することにもなる。図-2はBOD、TN、TP濃度の本川流下に伴う変化を表示したもので、経年的トレンドが含まれないよう最近4ヶ年分(2001年4月～2005年3月)の月別平均値を用いた。上流地点のTN、TPを除き、全体的に季節変動が大きいものの、流下方向には一定の変化パターンが存在していることがわかる。全地点で各月のデータが存在するBOD濃度で見ると、御代田から高田橋に至る区間で濃度が上昇傾向にあることと、川ノ目橋と須賀川の間及び高田橋と黒岩の間で濃

表-1 年平均の区間別単位流入負荷量

	AB	BC	CD	DE	EF	FG	GH	HI	IK
BOD	21.7	12.0	-8.5	7.8	15.4	25.7	20.8	0.4	14.1
TN	9.3	13.2	-	10.0	14.7	18.1	25.6	13.7	9.9
TP	0.4	0.7	-	0.4	2.1	2.5	1.6	-0.3	0.3

(単位: kg/yr/km²)

度の減少が見られることが特徴的である。この特徴はTP濃度についても見られるが、TN濃度の場合は2月と8月のデータを見る限り、川ノ目橋と須賀川の間で濃度減少は見られない。

濃度増大の原因は何らかの負荷流入に起因するが、濃度減少の原因としては、河道内における負荷の除去か低濃度の支川流入による希釈のいずれかあるいは双方が影響していると考えられる。負荷量(濃度と流量の積)の

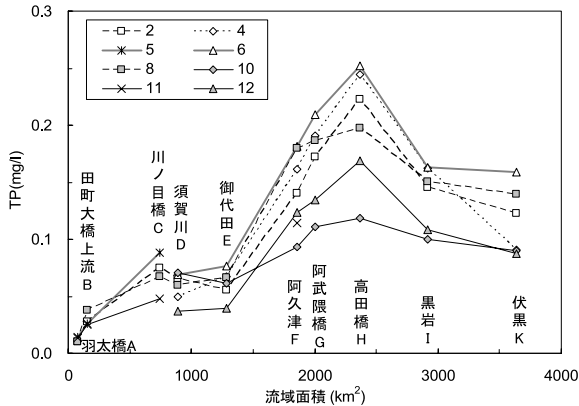
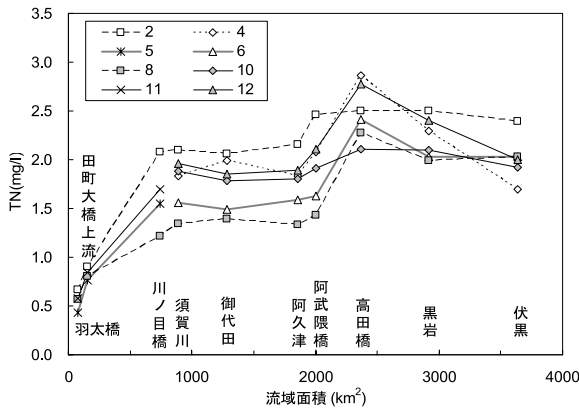
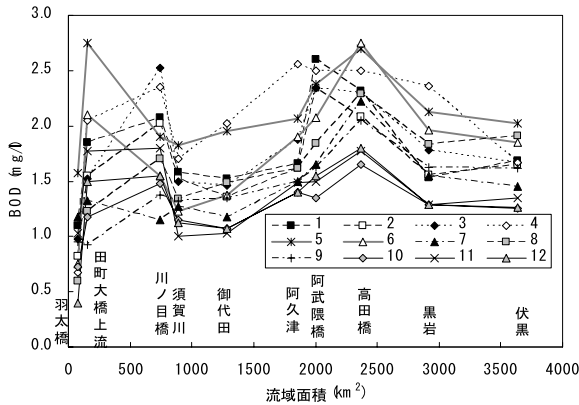


図-2 阿武隈川本川の水質濃度縦断変化 (2001.4～2005.3)

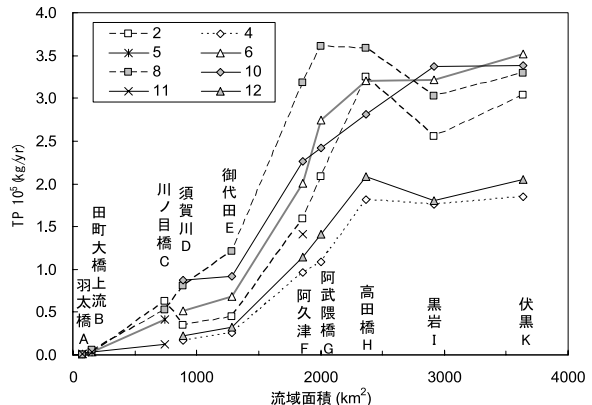
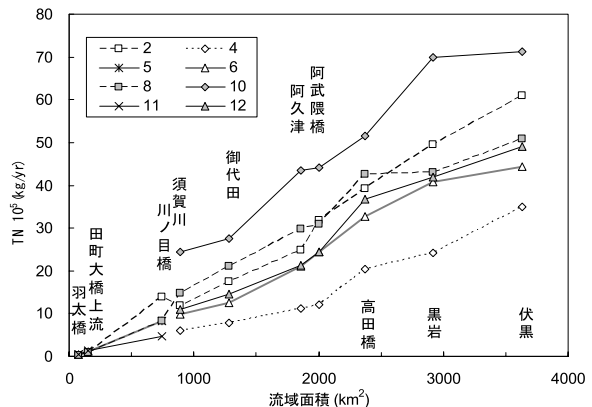
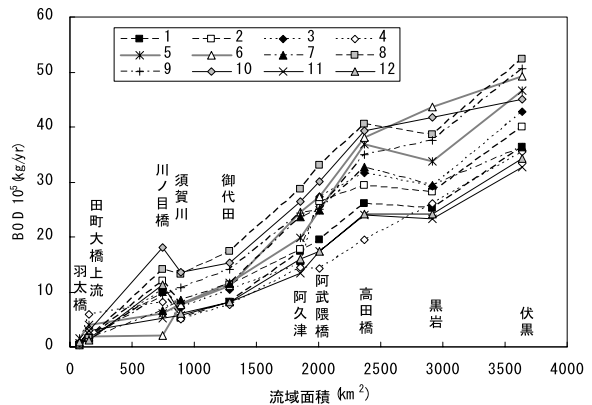


図-3 阿武隈川本川の負荷量縦断変化 (2001.4～2005.3)

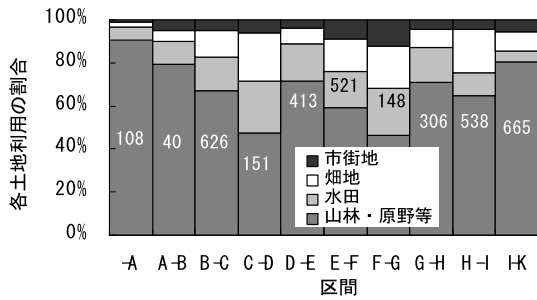


図-4 区間別・土地利用種別の集水域面積
図中の数字は各区間の集水域面積 (km²) の合計値

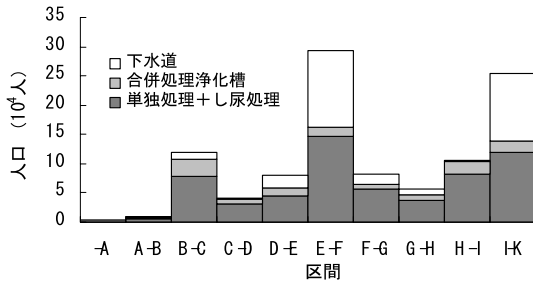


図-5 区間別・処理方式別の污水処理人口

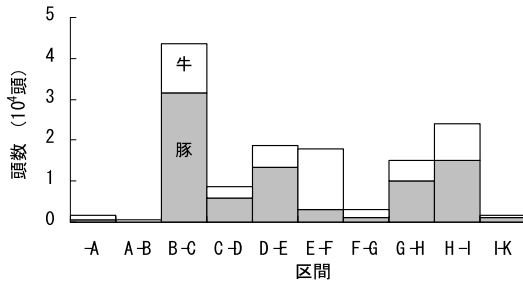


図-6 区間別・家畜種別の家畜頭数

流下方向変化を見てみると、月によっては例外もあるが、BODとTPでは高田橋と黒岩の間で負荷量の減少が確認できる(図-3)。BODでは上流の川ノ目橋と須賀川のCD間でも負荷量減少が現れている月があるが、これにはCD区間に存在する取水堰による沈降や取水の影響が関係するものと推察される。

年平均の汚濁負荷の区間増加量(下流地点の負荷量から上流地点の負荷量を差し引いた量)の最大値は、BODでは黒岩と伏黒の間(IK間)の10.1kg/yr、TNでは阿武隈橋と高田橋の間(GH間)の9.3kg/yr、TPでは御代田と阿久津の間(EF間)の1.2kg/yrであった。また、本川の2地点間におけるBOD、TN、TP負荷の変化量を2地点間に流入する集水域の面積で除して、区間別の単位集水面積あたり負荷量(以下、単位流入負荷量と呼ぶ)を比較した(表-1)。なお、上流3地点と中下流7地点でTNとTPについては調査日が大きく異なる場合があるため、CD間の結果は示していない。年平均値で比べると、BODとTPの単位流入負荷量は阿久津と阿武隈橋の間(EF間)が最大で、TNの単位流入負荷量は阿武隈橋と高田橋の間(GH間)が最大であった。また、高田橋と黒岩の間(HI間)ではBODとTPの単位流入負荷量が非

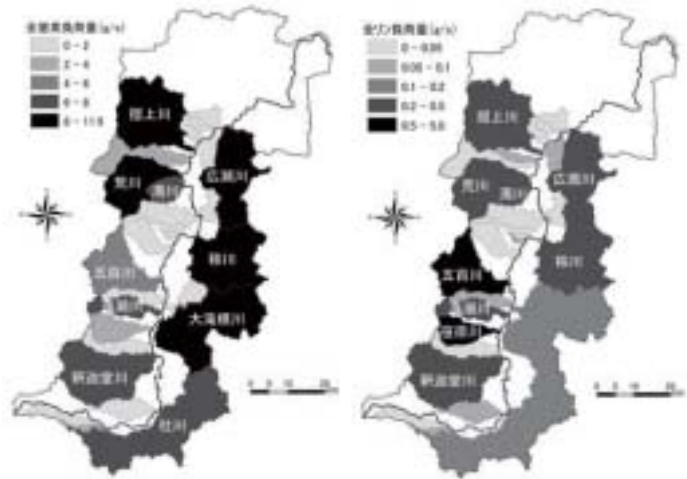


図-7 測定対象支川流域別のTN、TP負荷量

常に小さく、本川ダムによる沈降や植物プランクトンによる栄養塩取り込みなどがその要因として示唆される。

本川水質の流下方向変化には支川流域からの流入負荷量が直接影響することから、支川の水質と支川からの負荷を把握することも重要である。既存の支川水質データは必ずしも本川と同月同日に行われた調査によるものではなく、また、窒素、リンの測定を行っていない支川も多いことから、全体像を把握するための一斉観測を別途実施したので、この結果については後述する。以下では、福島県水環境グループより入手したデータをもとに本川の区間別に流入支川流域(残流域を含む)の土地利用別面積、処理方式別污水処理人口、家畜種別家畜頭数を整理し、本川水質変化と流域状況との対応を考察する(図-4~図-6)。なお、このデータから原単位法を用いて発生汚濁負荷量を推定することも可能だが、本論文では流域状況と本川水質の関連性を定性的に見ることとどめた。

農地流域の河川水質は一般に水田・畑地における施肥の影響を強く受ける。したがって、水田・畑地の面積率の大きいCD間やFG間(図-4)にこの影響が現れている可能性がある。確かにFG間では下水処理水放流もないにもかかわらずBOD、TN、TPの年平均単位流入負荷量が他区間よりも大きい(表-1)ことから、水田・畑地(特に畑地)の影響が指摘できる。また、表-1によるとGH間でもBOD、TN、TPの年平均単位流入負荷量が相対的に大きな値を示した。しかし、GH間は他流域に比較して、農地面積割合、污水処理人口、家畜頭数ともに他の区間との顕著な違いは見いだせない。GH間では流域下水道処理場からの放流があり、集水域界を越えて集まる汚水の影響が含まれていることや、農地系、畜産系、生活系の影響が複合的に現れた可能性、また、流域面積が小さく到達距離の短い小河川が流入していることが影響していると考えられる。

污水処理人口の分布(図-5)を見ると、郡山市のあるEF間、福島市のあるIK間で人口が多く、下水道以外の処理方式で比較してもこの2区間で人口が多い。しかし、

阿武隈川流域における平常時水質の実態

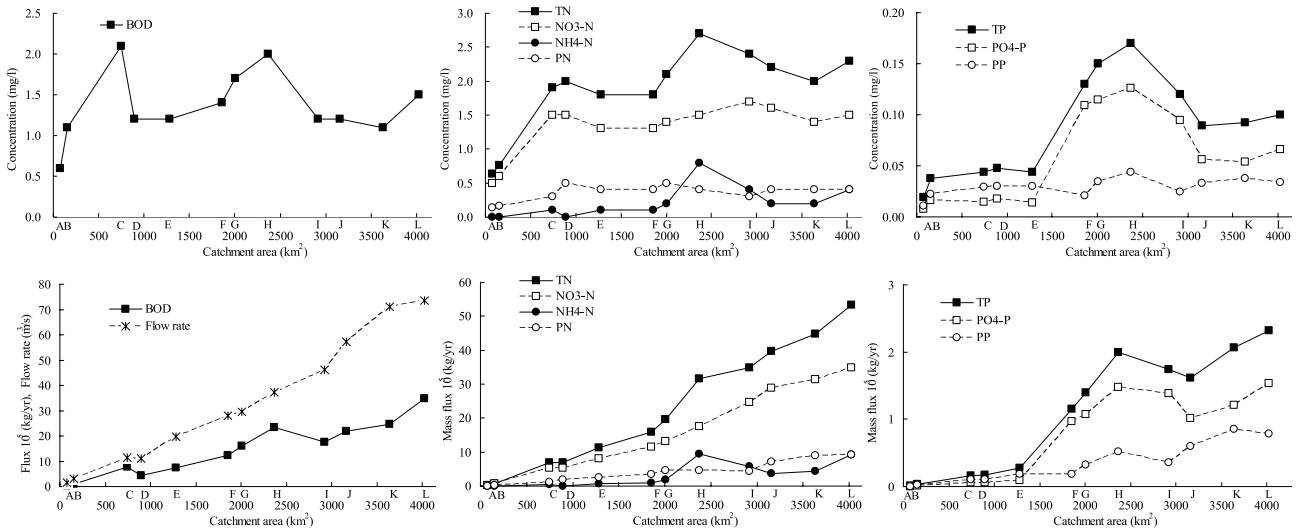


図-8 本川における水質濃度（上）と負荷量（下）の縦断変化（2006年3月の観測結果）

年平均の単位流入負荷量は、BODでは2区間でほとんど差がないが、TN、TPではEF間の方が大きく、TPではかなりの違いが生じている。これは、両区間の農地面積（図-4）や畜産頭数（図-6）の違いの影響が現れた結果であると考えられる。また、BC間とFG間では、農地の割合が若干FG間で高いものの、BC間で4万頭を超える牛豚が飼育されているのに対してFG間の牛豚飼育頭数は少ないことから、BC間の単位流入負荷量がFG間よりも大きくなると思われたが、BOD、TN、TPのいずれの単位流入負荷量もFG間が相当多いという結果になっている。この原因としてダムが存在（図-1）や支流の大きさ、畜産の糞尿管理方法の違い等が考えられるが定かではなく、今後の検討課題である。

4. 一斉観測による水質実態の把握

(1) 一斉観測の概要

阿武隈川の本川と支川のうち、福島県内に位置する57地点（本川12地点、支川45地点）にて採水、現地水質調査・室内水質分析を行った。今回の調査は公共用水域水質調査の2006年3月の実施にあわせて行い、公共用水域水質調査では測定されない地点・項目について独自に測定・分析を行った。また、2箇所の下水处理場でも放流水をサンプルして同様の分析を行った。水質調査は3/1、3/6（郡山市）、3/7（国土交通省）、3/8（国土交通省、福島県、福島市、福島大学）、3/9（福島県、福島大学）に実施された。また調査を実施しなかった下水处理場については、放流水の水質検査結果を別途関係機関より入手した。測定・分析項目は、流量、気温、水温、透視度、電気伝導度、BOD、TN、TP、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、PO₄-P、DO、pH、SS、Chl-a、窒素安定同位体比δ¹⁵N等である。

(2) 支川別の本川流入負荷量

支川別の本川流入負荷のうち、BOD負荷量は福島市内を流れる濁川及び郡山市内を流れる逢瀬川で大きく、生活排水等に由来するものと考えられた。TNは畑作が盛んな右側支川の広瀬川、移川、大滝根川や温泉地を抱える摺上川や荒川で大きい値を示した（図-7）。TP負荷量は五百川や笹原川で大きく（図-7）、笹原川については養魚に由来する負荷と考えられた²⁾。

(3) 本川流下に伴う水質変化

本川の測定地点A～Lにおける濃度と負荷量を図-8に示す。NO₃-NとPN（懸濁態窒素）以外の水質項目は全て高田橋Hで相対的に高い濃度を示しており、阿久津橋Fから高田橋Hに至る間で濃度の高い無機態のN、Pの流入が伺える。また、高田橋Hを過ぎるとNO₃-N以外の項目で濃度が低下し、伏黒Kで極小値を示した後、八幡流量観測地点Lで再び濃度の上昇が見られた。また、負荷量で見るとBODとTPがHI間で2割以上減少しているとともに、CD間でもBOD負荷量の減少やTN、TP負荷量が微増にとどまるという特徴が見られた。HI間では懸濁態リン（PP）と同時にPO₄-Pも減少していることやChl-a量の増加が確認されたことから、本川のダム・取水堰による滞留区間で懸濁成分の沈降や溶存成分の除去（プランクトンや藻類による吸収）が進行したことによると考えられる。GH間においてはNH₄-Nの濃度・負荷量が急激に増大するとともに、HJ間では元のレベルに減少しており、GH間で流入した下処理水がHJ間で硝化反応によってNO₃-Nに変化したり、プランクトンに取り込まれたことを示唆する。また、TP、PO₄-Pの濃度・負荷量がダム・堰の存在しないIJ間でも減少し、逆にこの区間ではPPが増大するという結果が得られた。この原因は別途検討中であるが、IJ間で流入する支川（荒川）に含まれるSSにリンが吸着したか、鉄やアルミニウムのイオンとリン酸が反応したか、いずれか（あるいは双方）の可能

性が考えられる。

(4) 土地利用と水質の関係

図-9に各支川流域の本川合流前における水質と土地利用との関係を示す。○は「(5)物質収支の試算」で用いた土地利用と水質の相関式導出に利用しなかったデータである。BODは○で示した2流域で高濃度を示すが、それ以外では建物用地の占める割合や森林の占める割合との間で相関が見られる。高濃度の理由としては下水道整備率が低く、流域面積が小さいことが考えられる。建物用地面積よりも汚水処理人口などとの対比の方がよい相関が得られると考えられるため、今後の検討課題である。

各流域の畑地面積率とNO₃-Nの間には1流域を除き高い相関が確認された。3月は播種前の時期ではあるが、

によるとTPやPO₄-Pは建物用地との相関関係にあったが、○で示した流域ではこの相関関係からはずれていた。その理由として、これらの流域では養魚池からの流出、河川改修による土砂流出、工場排水、し尿処理場排水などの影響を受けているためであると推定された。

(5) 物質収支の試算

本川の2地点間における負荷の変化量と、その間に流入する支川と下水処理水の総負荷量を比較することによって、本川流下過程において汚濁物質がどの程度保存されるのか、逆に言えば、どの程度の汚濁物質が吸収・沈降等で除去されるのかを検討した。ただし、今回の調査で本川への流入負荷量が把握できた支川流域は福島県内の流域およそ4,050km²のうちの80%であり、残る多数

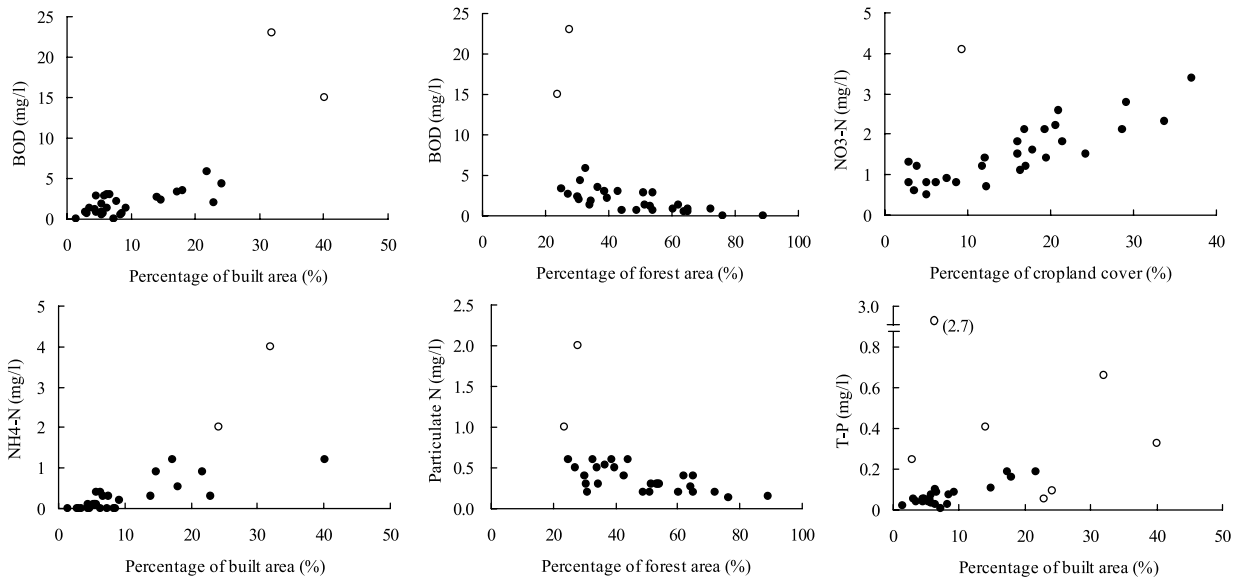


図-9 支流域におけるBOD、窒素、リン濃度と土地利用の関係

中間流や地下水に溶出した肥料が河川に流出したためと考えられる。なお、調査を行った3月は水田の休閑期にあたるため、灌漑期にはまた異なる結果となることも想定される。今回の測定結果では、支川流域のTN濃度に占めるNO₃-N濃度の割合が8割程度の流域が多かったことから、支川水中のTNの多くが(畑地等に野積みされた家畜糞尿の影響も含めて)畑地に由来していると考えられる。なお、相関からはずれた1流域の水質は工場排水の影響を受けていると考えられた。NH₄-NについてはBODと同様に建物用地との相関が見られる。NH₄-NはBODとの相関が高かったことから、生活系排水に由来していると考えられる。

河川水中のPO₄-Pは、土壌・岩石からの溶出や生物体の分解によって生じる他、農地からのリン酸アンモニウム肥料の流出、家庭排水、工場排水由来が考えられる。正の電荷を帯びていることから土壌に吸着されやすく、土粒子とともに流出することも考えられる。今回の結果

の小河川流域・残流域を全て測定することはできなかったため、未測定流域からの流入水の濃度は前述の土地利用と水質の関係から推定して求めた。また、流量は比流量として測定河川流域の平均的な値(0.0112 m³/s/km²)を与えた。

以上の方法によって得られたBK間の流入量とBOD、TN、TPの流入負荷量を図-10に示す。ここで、流入量1と流入負荷量1は実測値の合計で、流入量2と流入負荷量2は未測定支川流域について土地利用との相関関係から推定した値を意味する。なお、流入量とBOD、TN、TP流入負荷量の測定値合計に占める下水処理放流水の割合はそれぞれ2、5、25、13%であった。BK間の流入量はほぼ地点BとKの間の流量増分(灰色と黒色の差分)に一致していたが、BK間のBODとTPの負荷量増分は同区間における流入負荷量の75%及び61%と小さく、河川水中から少なくとも流入負荷量の25%、39%が何らかの形で除去されていることが示唆された。一方、同様にFH

阿武隈川流域における平常時水質の実態

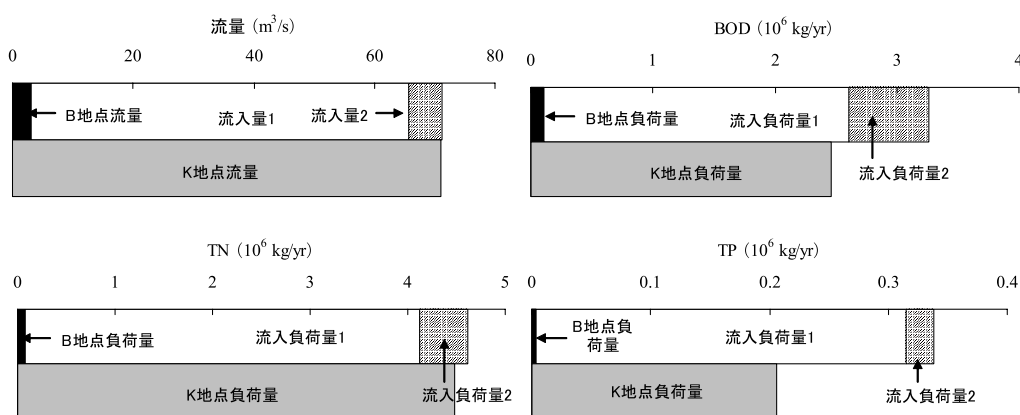


図-10 BK間における流量、BOD、TN、TP負荷量の変化

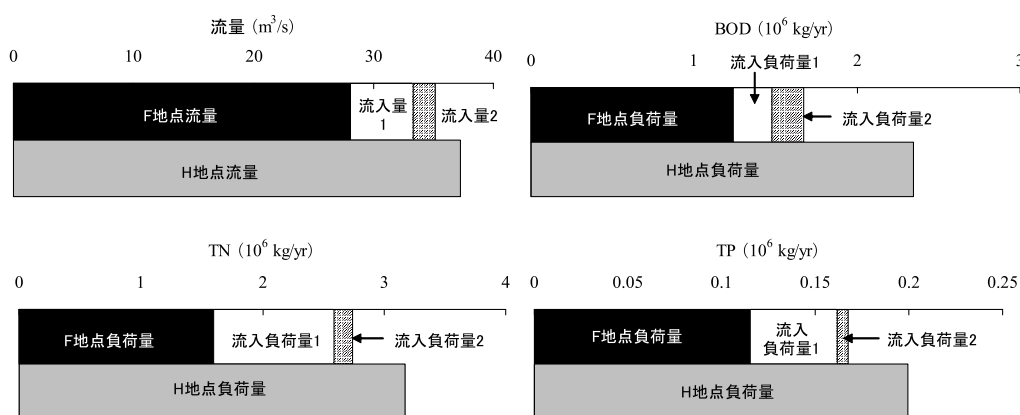


図-11 FH間における流量、BOD、TN、TP負荷量の変化

間での流量・負荷量の増分と流入量・流入負荷量を比較したところ(図-11)、BOD、TN、TPともに流入負荷量が増分を下回る結果となった。このことは、他に流入負荷源が存在していたか、または推定された流入負荷量が過小評価であったことを意味しているが、他の流入負荷源は考えにくいと後者である可能性が高い。FH間は表-1で示したように単位流入負荷量が相対的に大きく、土地利用からだけでは類推しきれない要因の影響を強く受けていると考えられるため、未測定流域での実態調査を行い、FH間の収支を明らかにする予定である。

5. 結論

本研究では既存水質データと一斉調査に基づき、阿武隈川の水質・栄養塩負荷輸送の実態を分析した。既存の水質調査データからは、阿武隈川の本川流下に伴う水質濃度・負荷量の変動パターンを示し、また、本川ダムを挟む区間でBODとTPの負荷量が減少する傾向にあることがわかった。TNでも他の区間に比べ増加量が少ない傾向にあった。御代田から阿久津のEF間ではTP濃度、負荷量の急激な増大が確認され、養魚由来の負荷の影響が示唆された。一斉調査結果では本川ダム・取水堰における負荷量減少が溶存態成分でも確認されたことから、

減少の理由が沈降だけではなくプランクトンや藻類による吸収にもよることが示唆された。また、黒岩Iから福島流量観測地点Jの間でTP負荷量が低減する減少が確認され、何らかの物理化学的作用が働いていることがわかった。さらには、支川流域での土地利用と水質の相関関係を明らかにし、NO₃-N濃度については畑地面積との高い相関が確認された。本川流下に伴う汚濁負荷の収支を検討したところ、BOD、TPでは本川に支川・下水処理水等により流入する負荷量のうち、少なくとも25%と39%が本川で除去されていることを明らかにした。

謝辞: 河川水と下水放流水の既存データは国交省福島河川国道事務所、福島県、福島市、郡山市、白河市、石川町より提供を受けた。本研究の一部は河川整備基金「阿武隈川流域水循環健全化へ向けての基礎研究(代表: 虫明功臣)」の支援を受けた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 中村玄正, 高橋幸彦, 成田大介, 松本順一郎: 阿武隈川の富栄養化に及ぼす養魚池の影響に関する研究、環境工学研究論文集, Vol.32, 263-271, 1995.
- 2) 小澤貴幸, 小川裕正, 湯田純一, 長林久夫, 真野明: 出水時の阿武隈川における汚濁負荷の計測と物質輸送機構の検討, 土木学会水工学論文集, Vol.49, 1507-1512, 2005.

総合的水管理／流域水マネジメントについて

虫明功臣（福島大学・共生システム理工学類）

水マネジメントにおける概念の整理

水に関連する行政分野（専門分野）はきわめて多岐にわたっている。いわゆる縦割り行政（縦割り研究）である。しかし、縦割り行政が決して悪いというのではない。これは、水が非常に多様な側面をもっており、水と人間との係わりには、要求と利害が異なる多くの課題があることの表れである。司、司でそれぞれの目的に沿った施策・事業（研究）の推進は大切である。

いっぽう、多様な側面をもっているために、水行政においては単独の観点だけで各課題に対応し解決を得ることは困難であるという基本的な性格をもっている。ほとんどの水施策や事業の実施に当たって、関連行政省庁・部局の間で調整が行われるのはその表れである。その意味で、水施策／事業では、古くからそれぞれの地域、各時代の水問題に応じて連携なり総合的対応が指向されてきたと見るべきである。

近代的な意味での「総合的水管理」や「流域管理」という概念が登場したのは、恐らく合衆国のテネシー川流域総合開発からであろう。これは、大規模なダム貯水池の開発が可能になったことを背景に、発電水力と灌漑用水や都市用水の開発とともに洪水調節とを併せ行おうという型の総合的水管理であった。これに対して、20世紀後半からの人口増加、都市化、工業化、過度の農業開発などによる急激な社会経済変化にもなって、特に20世紀最後の4半世紀から世界的に環境問題が重視され、水問題が複雑化、深刻化する中で、改めて、総合的水管理や流域管理が強調されている。現在の総合的水管理の特徴は、従来の利水・治水中心のトップダウン型の管理か

ら、環境面を重視し、ステークホルダー参加型、ボトムアップ型管理の重要性が強く認識されている点である¹⁾。

“総合的対応”という言葉は、しばしば困ったときに使われ、その内容がはっきりしないことが多い。水マネジメントにおいても、最近、世界的にも、水を総合的に管理すべきであるとのコンセプトのもとに、似てはいるが、表現の違う用語が頻繁に使われる。すなわち、総合的水資源マネジメント、総合的水マネジメント、統合水資源マネジメント、統合水マネジメント、あるいは、流域水マネジメントなどである。必ずしも定義をして使われていないので、誤解や混乱を起こす場合がある。そこで、水文、水資源工学の立場から、それぞれの用語に対する概念の整理を以下に試みる。その際、英語での概念のほうははっきりしているので、英語を併記する。

水マネジメント (Water Management)

総じていえば、人間の福祉と安全の向上とともに自然環境の保全を達成するために、自然の水循環系あるいは人工の加わった水循環系にハード対策(施設整備)とソフト対策(仕組み・制度)を適用すること。水マネジメントの対象には、各種用水の給水と排水、水質の改善、洪水災害・土砂災害の軽減、親水と生態系の保全・再生など、多岐にわたる分野がある。それぞれの分野で目的を達成するためのマネジメント計画の策定から、必要な施設とその運用に関する計画立案、施設整備および施設完成後の操作、運用、経営までの各段階を含む。

水資源マネジメント（Water Resources Management）と水マネジメント（Water Management）

欧米では、水資源は広義には利水、治水、水環境を含んだ用語とされている。しかし、水災害のウエイトが低い欧米や乾燥・半乾燥地域での水資源マネジメントには、治水を含んでいないことが多く、利水と水環境を対象として狭義な意味で水資源マネジメントが使われているのが、一般的である。この狭義の水資源マネジメントと区別して、治水はもちろん水問題全般を対象にした管理を水マネジメントとしたほうが、両者の相違が分かりやすい場合がある。

総合的（comprehensive）

関連する種々の要素が広く包含されていること。comprehensiveは「包括的」と訳すのが適切であるが、我が国の水分野ではこれと同じ意味で「総合」あるいは「総合的」が使われていることが多い。因みに、我が国の「総合治水対策」の英訳は、「Comprehensive Flood Control Measures」である。

統合（integrated）

関連する種々の要素が構造をもって結び付けられていること。水分野には結び付けるべき要素が多く、この用語に含まれる意味も対象とする水問題によって異なるが、一般に水管理の総合化あるいは統合化に当たっては、表のような5つの視点、すなわち、(a) 機能的視点、(b) 地理的視点、(c) 行政的視点、(d) 水文・生態学的視点、(e) 学際的視点、が上げられる²⁾。これらの中で、(d) 水文・生態学的視点は、(a) 機能的視点の一部と見ることができ、特に環境問題の解決へ向けてのアプローチとして、水文循環と生態系の保全・回復という見方が重要であるので、敢えて一つ

の独立した視点として挙げてある。

流域

陸域（地表と地下を含む）において水循環の諸過程と収支を考える上で設定される、分水界で囲まれた地理的区域。地表水が主な対象となる河川や湖沼の流域（River Basin あるいは Lake Basin, Watershed { 支流域や小流域 }、Catchment、Drainage Basin が使われる）の場合は、降水が分水界で分けられて当該河川や湖沼に集まってくる区域で、集水域とも言われる。地下水の場合は、帯水層（Aquifer；透水性をもち、水を含んだ地層）の構造によって決まる分水界を境として、涵養域と流動域を含めた区域を地下水流域あるいは地下水盆（Groundwater Basin）という。

流域圏

上述の流域の定義は、水文学に基づくものであるが、水循環と人間との係わり、すなわち水マネジメントを考える場合は、この区域で完結しない場合が多い。集水域を越えて、利水域と排水域、また洪水氾濫域がある場合が多く、水マネジメントでは、当然こうした区域を含めなければならないからである。集水域と利水域／排水域と洪水氾濫域を含めて、流域圏という。こうした考えを広げると、広義の水利用はこの流域圏で閉じているわけではなく、間接的な水利用（Virtual Water－仮想水）も考慮の対象になるであろう。今後の水マネジメントに Virtual Water の視点が取り入れられるようになると、流域圏の概念はさらに広がる可能性がある。

表. 連携・協働、総合化／統合化に当たっての視点

<p>(a) 機能的視点</p> <p>大きくは利水と治水と水環境、さらに細かくは、水の配分問題と水資源開発、上水／工業用水・農業用水・発電用水の供給と排水、河川洪水災害の軽減、都市内雨水対策、各種水質基準の策定と監視、生活排水・工業排水・農業／畜産排水の規制・処理、地下水利用の管理と規制、森林の保全・回復、水生生態系の保全・回復、等々、水管理には要求と利害が異なる様々な機能がある。</p> <p>対象とする水問題において、これらのどの機能を対象とし、各機能間を調整し、目的に対して有効な形にするかが、この視点である。</p>
<p>(b) 地理的視点</p> <p>規模や水計算に関わる基本的区域の問題である。例えば、地球全体とか、河川流域、地下水流域、行政区域、水管理組織区域、水に関する特定の場所や地域など、どのような地理的スケールで水管理を考えるかということがこの視点に含まれる。</p>
<p>(c) 行政的視点</p> <p>水管理は、一般に行政機関によって実施されるので、関連する行政機関の役割分担を決め、有効な連携・協働体制を構築することが重要である。これには、国あるいは地方自治体など同一レベルにあつて異なる行政機関の間の横断的連携・協働と国一県一市町村のような垂直的連携・協働がある。利害団体、地域団体、市民／住民の参加もこの視点に含まれる。</p>
<p>(d) 水文・生態学的視点</p> <p>水文学的視点とは、降水、樹幹遮断、地下浸透、地表流出、地下水涵養、洪水流出と低水流出、蒸発散など自然的な水循環系と、ダム等による貯留調節、各種用水の取排水、土地利用変化など人工的水循環系とを統合した水管理の面からの視点である。水文生態学的視点とは、水系あるいは流域における水循環システムとの関係で、植物、生物学的事項、野生動物学的事項などを総合的に把握し、保全・回復策を考える視点である。</p>
<p>(e) 学際的視点</p> <p>学際的視点とは、技術／工学、生態学、法律、財政、経済学、政治、社会学、心理学、ライフサイエンスなど、異なる専門分野から検討すること。</p>

総合的水マネジメントと統合水マネジメント

両者とも、前出の表における 5 つの視点のうち、(a) 機能的視点や (d) 水文・生態学的視点の総合化／統合化を目的として、(b) 地理的視点の地理的範囲を決め、その目的を達成するために (c) 行政的視点や (e) 学際的視点の手段を講じること、といえる。具体的には、たとえば、上水供給や下水処理などの機能を結び付けて一体的に計画・管理すること、地下水利用と表流水利用を一括して管理すること、あるいは、ある地域の水不足と衛生問題を解決するために関連するステークホルダー（利害関係者）の連携・協働体制を作ること、などが上げられる。“統合的”と“総合

的”との相違は、対象とする水問題に対して関連する機能が充分に取り入れられているか、さらに、明確な役割分担のもとに実行力のある行政的実施組織が構築されているか、によって判断される。特に、要求の異なるステークホルダーの調整が鍵となる現代的な統合的マネジメントでは、組織の核となる、権限をもった調整機関を公的にオーソライズすることと、実施のための財政的負担を保証する措置を備えていることが、肝要である。

流域管理

流域あるいは流域圏を地理的単位とした水の総合的ないしは統合的マネジメント。流域は、地表水、地下水ともその循環過程を

追跡し、水収支や水需給バランスを考える上での基本単位であることから、水管理の上でも最も重要な地理的単位である。地表水が利水、治水の主な対象となっている湿潤地域では、河川流域を単位とした流域管理（River Basin Management, あるいは Watershed Management）が指向されるが、河川流域内の地下水も地表水と合わせて管理の対象となる。いっぽう、地下水が水利用の主な対象となっている乾燥／半乾燥地帯では、涵養量と取水量のバランスならびに水質保全を目標とする地下水盆管理（Groundwater Basin Management）が主体である。

英語では、流域圏管理という概念や用語はないが、正確には流域圏管理というべきと考えられる。

小流域マネジメント（Watershed Management）

米国での流域管理（River Basin Management）は、1930年代のテネシー川総合開発に遡る古典的な概念で、利水と治水とを主眼として、多目的ダム等の施設と水源地や氾濫原の土地利用を含めて総合的に管理することを指向していた。その後、1960年代中頃から多くの河川で流域委員会を設置して総合的な管理を目指したが、成功した例は余り無いと評価されている。その主な理由として、米国では行政界が流域界とは全く関係なくほぼ直線で区切られている上に流域規模が大きすぎるので、流域単位で行政的管理を行うことが難しいこと、また、委員会に決定権限と求心力が無かったために、委員会メンバーに協働しようというインセンティブが生まれなかったこと、が指摘されている²⁾。

一方、1980年代からは、環境保護庁を中心として、小河川流域単位での水質と生態系の保全・回復を主眼とし、市民参加を重視する流域マネジメントを推奨し、これを「Watershed Management」と呼んでいる。

「水循環系の健全化」を標榜した流域圏水循環系マネジメントの試み

1994年頃から国土庁水資源部、環境庁、建設省河川局と都市局下水道部など水関係省庁部局の間で“健全な水循環系の構築“あるいは“水循環系の健全化”という共通の政策フレーズが使われ、それぞれの省庁部局で個別に施策が提案・実施されていった。しかし、それぞれの施策が総合的な効果を発揮するためには、個別的な施策の実施だけでなく、関係省庁部局が連携した取り組みが必要であるとの認識のもとに、1998年に“健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議”（6省庁9部局）が設置された。この連絡会議の中間とりまとめ³⁾において“健全な水循環系”とは、「流域を中心とした一連の水の流れの過程において、人間の営みと環境の保全に果たす水の機能が、適切なバランスの下に、ともに確保されている状態」と共通の定義が与えられている。

この定義の中で“流域を中心とした一連の水の流れの過程における人間の営み“とは、水資源工学の用語で“治水機能と利水機能”と言い換えることができる。したがって、水資源工学の立場からこの定義を読み直すと、「流域を中心とした水循環の場において、治水と利水と環境保全に果たす水の機能を適切でバランスの取れた状態にする」となるであろう。これは、総合的な“流域水マネジメント“を志向する概念といえる。

都市河川流域を対象として水循環の健全化を図ろうとする試みが、1996年建設省河川局と都市局下水道部との連携の下に“都市の水循環再生リーディング・プロジェクト”として発足した。モデル流域として、東京都の神田川流域、千葉県の手賀川流域、埼玉県の大川流域、神奈川県の大井川流域の6流域が設定され、各流域で1998年に水循環再生構想を策定した後、いくつかの流域では実施段階に入っている。これらのケース・スタディを通して、都市の水循環再生構想を策定するに当たってのガイド・ラインが整理された⁴⁾。

流域の水循環再生と言うこのプロジェクトは、

関連行政部局および地域・住民との連携と協働の下に実施するという点では、米国の **Watershed Management** に似ている。市民・住民が自らの行動と係わりがあると認識できる流域という意味で、比較的小さな流域が対象となっている。この点で、利根川流域や淀川流域といった大河川の流域管理とは趣旨が異なっている。いずれのモデル流域においても、多数の行政部局、市民団体、企業、専門研究者などで構成される協議会が設置されている。構成メンバーは河川ごとの事情により異なるが、たとえば、海老川では、河川、下水道、環境、都市計画、公園、建築、住宅、宅地、道路、教育委員会等の県と市の行政部課、都市基盤整備公団および専門研究者とともに、地域住民の参加・協力を得るために、複数の民間環境団体で構成される海老川流域水循環再生構想検討協議会が設けられた。立場が違う関係者が協働して事に当たるためには、計画立案当初からすべての関係者が参加していることが重要である。

その後、リーディング・プロジェクトの諸流域より規模が大きく、都県を跨ってより多くの関連行政機関をもつ、都市化が主な問題である新河岸川支流綾瀬川流域（東京と埼玉）と鶴見川流域（東京と神奈川）^{5）、6）}、“水循環系の健全化”を理念とする流域マネジメント・プランの立案とその実施が進行している。また、台地部には畑地、低地には水田が広がり、都市化の進展も著しい利根川下流印旛沼流域（千葉県）^{7）}において、印旛沼の水質改善を中心とし、治水と利水も視野に入れた流域ぐるみの活動が始まっている。これらは、いまだ途についたばかりで、行政部局間の連携・協働の意味でも、地域・住民参加型行政の意味でも、大きな社会実験といえる。

これらのマスタープランの立案やその実行の過程で得られた主な教訓と課題を以下に整理する。

- 実際の河川流域で起こっている利水・治水・水環境に係わる問題は、上流域から中流域そして下流域へ、地表から地下へあるいは地下から地表へという空間的な広がり

の中で、人間活動と水循環系との相互作用によって発生している。こうした認識の基にそれぞれ具体的水問題発生の因果関係をモニタリングとモデリングにより明らかにすること、これが問題解決へ向けての基本的な第1ステップである。

- 流域水循環系（量と質の両方を含む）の中で具体的に水問題発生の構造をビジュアルに示すことによって、要求や利害が必ずしも一致しないステークホルダーの間に「流域共同体意識」をはぐくむことが可能である。
- 具体的な水問題を流域水循環系というトータルな連鎖システムの中で捉えることによって、個別分野の縦割りの対応では問題の解決が困難であること、言い換えると、分野間の連携や総合的な対応が必要なことが理解できる。異分野間の連携・協働、異なる行政部門間の研究や施策の総合化は、一般論や抽象論では達成することが極めて難しい。しかし、現場で深刻な対処すべき問題が具体的に存在し、その解決に異分野／異行政部門間の協働が必要であることが認識されれば、連携や総合化は比較的容易に進む。まず、具体的な地域問題の解決に向けて連携や総合化を進めるべきである。
- 「流域水循環系の健全化」は、手段であって目標ではない。最終的な目標は、これを通じて“地域の福祉と安全を向上させること”、活力のある地域社会の構築すること。地域の意識の結集と実施の意味では、地方分権行政の格好の材料であろう。
- 流域あるいは地域の特徴－自然的・社会的・歴史的・文化的－をどう捉え、何が求められているかについて知ることが重要である。それによって、総合化されるべき機能、地理的範囲、行政部門の範囲、地域・

住民参加の程度が異なる。画一的なマニュアルは無い。現に、上述したいくつかの事例の間で、掲げるキーワードは同じでも、行政機関や地域・住民の問題の捉え方、それに応じた連携や統合化の程度は著しく異なっている。

- ・ 地域・住民の参加の仕方は、行政への要請型から行動参加型へ進化させることが重要（印旛沼：地域住民による“見直し行動計画”。土地改良区、漁業組合、各種環境団体の連携）
- ・ 多様な異なる要求（時には対立）をいかに調整するか？
 - －流域協議会には、すべてのステークホルダーを含めるべき
 - －調整の核として、「協働的リーダーシップ（Collaborative Leadership）」が必要。現状では、そうした役割をもつ行政部門が無いので、流域的視点で行政を行っている行政部署が、その立場を越え、関連部局や地域・住民の信託を得ながら、この協働的リーダーの役割を果たすしかないであろう。
 - －流域協議会の決定に拘束力をもたせるために、これをオーソライズすることが必要。最小限、流域関係自治体の首長の合意によって、流域協議会の役割と権限について流域規模での合意が無ければ、各自治体の関係部署が流域という視野で仕事ができない。
- ・ 必要な資金をどのように調達するか？
 - －すでに、計画が実行に移されている海老川流域では、実施プランの中に各行政部署がそれぞれの目的で実施する事業を位置付けている。将来、流域マネジメントの総合的目標を達成するために予算配分がなされる仕組みが望まれる。

参考文献

- 1) 虫明功臣；流域水循環系の視点で考える－新たな流域水マネジメントの構築、土木学会誌、87-3、27-30、2002.3
- 2) Neil S. Grigg 著、浅野孝監訳、虫明功臣・池淵周一・山岸俊之共訳：水資源マネジメントと水環境、技報堂出版、2000.8
- 3) 健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議：健全な水循環系構築に向けて（中間とりまとめ）、1999.10
- 4) 雨水貯留浸透技術協会編：都市の水循環再生に向けて、1998.11
- 5) 鶴見川流域水協議会：鶴見川流域水マスタープラン、国土交通省京浜工事事務所、2004.8
- 6) 虫明功臣：都市の水循環系の再生、平本一雄編著、環境共生の都市づくり、第3章第3節、184-204、ぎょうせい、2000.2
- 7) 千葉県；印旛沼流域水循環健全化・緊急行動計画書、2004.2

平成 18 年度自然共生・再生プロジェクト (阿武隈川流域水循環系健全化に関する研究) の主な活動

4 月 14 日 福島県と自然共生・再生研究に関する打ち合わせ (福島県庁企画調整部)

5 月 9 日 自然共生・再生研究に関する説明会と意見交換会

首都機能移転・超学際グループ, 循環型社会推進グループ, 水環境グループ, 河川企画グループ, 下水道グループ, 自然保護グループ, 環境活動推進グループ, ダムグループ, 循環型農業グループ, 衛生飼料グループ, 都市計画グループ, 環境センターの 11 グループ 1 センターの方々が集まり, 自然共生・再生研究に関する説明・意見交換を実施した。(福島県庁)

5 月 31 日 福島市との意見交換会

特別研究経費(地域連携融合事業)の支援に基づき阿武隈川流域自治体の 1 つである福島市との意見交換会を開催した。福島市からは都市計画課, 環境課, 河川課, 下水道建設課, 下水道管理センター, 水道局企画課が参加し, 現状と課題について説明をいただいた。(福島市民会館)

5 月 31 日 第 1 回研究会

福島市との協議会の後, 阿武隈川流域の地下水に関する話題提供があり, 意見交換を行った。(福島市民会館)

6 月 14 日 第 2 回研究会

阿武隈川の汚染状況, 微量計測法の開発, レーダー観測の現状等の話題提供があり意見交換を行った。(福島大学)

7 月 10 日 福島大学・県南建設事務所共同研究「南湖公園保全・利活用計画」策定における基礎資料作成」開始(2007 年 1 月 31 日まで)

11 月 26 日阿武隈川サミット講演会

阿武隈川流域 29 自治体で構成されている第 12 回阿武隈川サミットが福島市エスパルで開催され, 流域自治体の治水, 利水, 環境に関する意見交換と講演会が実施された。なお, この中で虫明功臣, 木内豪両氏が基調講演を行った。

12 月 13 日 第 3 回研究会

福島県における河川管理上の課題(福島県河川企画グループ, 長谷川 潔氏), 地質試料の蛍光 X 線による主成分・微量成分分析, 微生物による油脂含有排水処理技術の開発等に関する話題提供があり意見交換を行った。

3 月 19 日平成 18 年度自然共生再生プロジェクト第 2 回ワークショップ

日時／2007年3月19日（月）10時～17時
場所／エスパル福島 5F 「ネクストホール」

- 10:00 主催者挨拶 共生システム理工学類長 入戸野 修
- 10:05～10:20 全体構想の説明－福島大における流域水循環共同研究の枠組み 虫明 功臣
- 10:20～12:05 第1部 研究発表
- 【Ⅰ. 水循環系に係わる諸問題の現象（因果関係）の理解に関する研究】
- －モニタリングとモデリングによる実態把握と将来予測－
1. X-band radar を用いた2次元降水量精度向上の手法開発 渡邊 明
 2. 阿武隈川流域の地質試料に関する地球化学的研究 長橋 良隆
 3. 流域の仮想集水域指標の開発 後藤 忍
 4. 河床を着色する微生物マットについて 難波 謙二
 5. 植物資料収集とデータベース化から見えてきた福島県内の水域生態系の変遷 黒沢 高秀
 6. 摺上川ダム建設後における摺上川の底生動物相 塘 忠顕
- 13:15～14:30 第2部 研究発表
- 【Ⅱ. 既存技術／施策の有効性の検証と新技術の開発研究】
1. 微量分析のトータルダウンサイジングと阿武隈河川水の迅速分析 高貝 慶隆
 2. 油脂含有廃水の微生物処理技術の開発 杉森 大助
 3. 化学改質繊維による水中含有界面活性剤の除去の可能性 金澤 等
 4. 畜産廃棄物資源化設備の運転状況と環境負荷 佐藤 理夫
 5. 有機性排水からのリン除去・回収技術の開発 稲森 悠平
- 15:00～16:15 第3部 研究発表
- 【Ⅲ. 流域の水／環境マネジメントの総合化に関する研究】
1. 河川整備における流域土地利用計画の必要性について 鈴木 浩
 2. 福島地下水盆・郡山地下水盆の予察的シミュレーションモデルの構築と地下水観測網の検討 柴崎 直明
 3. 阿武隈川に清流を取り戻す方策について 木内 豪
 4. 流域圏水循環マネジメント 虫明 功臣
- 16:15～17:00 総合討論－大学における地域と連携した研究のあり方－

成果リスト

2006年4月1日～2007年3月31日

【著書】

1. 杉森大助：有機物の分解とそのメカニズム・分析，第2章 第8節 油脂含有廃水の微生物処理技術の開発，(株)情報機構（2007年4月刊行予定）。

【論文】

1. 鈴木康之，近藤貴志，常田聡，稲森悠平，2006：マイクロバブル化オゾン酸化法および吸着脱リッ法を組み込んだ新しい資源循環型排水処理システム，用水と廃水，48(5)，56-63.
2. T.Hoshino, T.Terahara, K.Yamada, H.Okuda, I.Suzuki, S.Tsuneda, A.Hirata, Y.Inamori, 2006：Long-term monitoring of the succession of a microbial community in activated sludge from a circulation flush toilet as a closed system, FEMS Microbiol Ecol., 55, 459-470.
3. N.Sugiura, K.Okano, P.Bremdan, M.Utsumi, Y.Inamori, O.Nishimura, R.Sudo, 2006：Adsorption and Biodegradation Characteristics of Musty Odorous Compounds, 2-Methylisoborneol and Geosmin, Japanese Journal of Water Treatment Biology, 42(2), 85-91.
4. 林紀男，桑原享史，稲森隆平，稲森悠平，須藤隆一，2006：水生植物を植栽した溜池の水質浄化に果たすユスリカ類の役割，四万十・流域圏学会誌，5(2)，35-42.
5. R.Inamori, K-Q Xu, P.Gui, Y.Ebie, Y.Inamori, M.Matsumura, 2006：Characteristic Analysis of the Organic Substance and Nutrient Removal and the Green House Gas Emission in the Soil Treatment Systems with Aquatic Plants, Japanese Journal of Water Treatment Biology, 42(4), 185-197.
6. K.Furukawa, T.Hoshino, S.Tsuneda, Y.Inamori, 2006：Comprehensive Analysis of Cell Wall-Permeabilizing Conditions for Highly Sensitive Fluorescence In Situ Hybridization, Microbes and Environments, 21(4), 227-234.
7. Hitoshi Kanazawa, Aya Inada and Nobukazu Kawana, 2006：Re-examination of the Reactivity of *N*-Carboxy Amino Acid Anhydrides 1. Polymerisation of Amino Acid NCAs in Acetonitrile and in the Solid State in Hexane, Macromolecular Symposia, Vol. 242, Issue 1, October 2006, 104-112.

8. 木内豪, 虫明功臣 : 阿武隈川流域における平常時の水質と栄養塩負荷の実態, 土木学会水工学論文集, 51, (2007年刊行予定).
9. 後藤秀昭, 2006 : 福島盆地西縁断層帯南部の変位量分布と活動間隔, 福島大学地域創造, Vol.18, 47-54.
10. 後藤秀昭, 2006 : 国土数値情報の分析による福島県の土地利用と変化の特徴, 福島地理論集, Vol.49, 1-8.
11. Y. Takagai, R. Akiyama, S. Igarashi, 2006 : Powerful preconcentration method for capillary electrophoresis and its application to ultratrace amounts of polycyclic aromatic hydrocarbons analyses, *Analytical Bioanalytical Chemistry*, 385, 888-894.
12. Y. Takagai, H. Yamaguchi, T. Kubota, S. Igarashi, 2007 : Selective visual determination of vanadium(V) ion in highly acidic solution using desferrioxamine B immobilization cellulose, *Chemistry Letters*, 36, 136-137.
13. Y. Takagai, A. Takahashi, H. Yamaguchi, T. Kubota, S. Igarash, 2007 : Adsorption behaviors of the high-valence metal ions on desferrioxamine B immobilization nylon 6,6 chelate fiber under highly acidic condition, *Journal of Colloid and Interface Sciences*, (in press).
14. Watanabe, A. and K. Musiake, 2006 : Measurement of the Exact Two-Dimensional Precipitation, The 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference, CD-ROM, 1-9.

【学会発表・国際会議発表】

1. Ebie Y., Hamaguchi S., Kawamura M., Inamori Y., 2006 : Effect of oxygenation on distribution and activity of ammonia oxidizer in eutrophic lake sediment, 2nd FEMS CONGRESS OF EUROPEAN MICROBIOLOGISTS, MDRID.
2. Takashi Kondo, Yoshitaka Ebie, Satoshi Tsuneda and Yuhei Inamori, 2006 : Characterization of the high-density compounds containing organisms in enhanced biological phosphorus removal process, International Symposium on Environmental Biotechnology, Leipzig.
3. K.Furukawa, T.Hoshino, S.tsuneda, Y.Inamori, 2006 : Optimization of the cell wall permeabilizing conditions for highly sensitive fluorescence situ hybridization, International Symposium on Microbial Ecology-11, Vienna.
4. T.Osaka, S.Tsuneda, Y.Ebie, Y.Inamori, 2006 : Use of Stable-isotope probing approach to identify

active bacteria in methane-dependent denitrifying consortia, International Symposium on Microbial Ecology-11, Vienna.

5. 稲森悠平, 徐開欽, 蛭江美孝, 清水康利, 2006 : バイオエコシステムの TEMM 等における重要性和国際化の方向性, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 東京.
6. 井坂和一, 生田創, 角野立夫, 常田聡, 稲森悠平, 2006 : 嫌気性アンモニア酸化法による低水温条件下における窒素の除去特性, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 東京.
7. 塩入千春, 井上廣輝, 蛭江美孝, 徐開欽, 稲森悠平, 2006 : IRON-ELECTROLYSIS 法を導入した適正管理下の窒素・リン除去の高度安定化, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 東京.
8. 山崎宏史, 鈴木理恵, 西村修, 佐竹隆顕, 稲森悠平, 2006 : Biomass 破砕物含有総合排水からの有機物, 窒素除去の高度安定化, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 東京.
9. 大坂利文, 常田聡, 蛭江美孝, 稲森悠平, 2006 : メタン資化細菌を導入した窒素除去の機能強化と高度効率化システム導入方策, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 東京.
10. 稲森隆平, 徐開欽, 山本智子, 桂萍, 稲森悠平, 松村正利, 2006 : GHG 対策に資する根圏微生物活用植栽・土壌浄化技術の高度化・国際化, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 東京.
11. 楮春鳳, 徐開欽, 稲森悠平, 加島誠之, 孔海南, 2006 : 生ごみ等 Wet Biomass からの水素・メタン発酵システムのアジア展開, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 東京.
12. Su-Lin YU, Gui-Fang Zhao, Xiao-Lei WU, Ryuhei INAMORI, Yuhei INAMORI, 2006 : 有用性微生物の遺伝子解析等に基づく環境修復技術の高度化・国際化, 第9回日本水環境学会シンポジウム, 東京.
13. 岩見徳雄, 板山朋聡, Whangchai Niwooti, 桑原享史, 稲森悠平, 2006 : 捕食微小動物を利用した藍藻 *Microcystis* の低減化に関する研究, 社団法人環境科学会 2006 年会, 東京.
14. Ping Gui, Ryuhei Inamori, Masatoshi Matsumura and Yuhei Inamori, 2006 : Evaluation of constructed wetlands by wastewater purification ability and greenhouse gas emissions, 10th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Lisbon.
15. Yamamoto Tomoko, Gui Ping, Inamori Ryuhei, Ebie Yoshitaka, Inamori Yuhei, Matsumura Masatoshi, 2006 : Comparative analysis of constructed wetland systems with different plants species focused on performance of wastewater treatment and characteristics of greenhouse effect gases emission, 10th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution

Control, Lisbon.

16. Yoshitaka Ebie, Yuhei Inamori, 2006 : Functional analysis based on molecular microbiological wastewater treatment system, The 4th International Symposium On Sustainable Sanitation, Bandung.
17. 伊達康博, 井坂和一, 角野立夫, 常田聡, 稲森悠平, 2006 : Real-time PCR 法を用いた anammox 細菌の定量と窒素除去特性の関係解析, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
18. 塩入千春, 蛭江美孝, 徐開欽, 井上廣輝, 杉浦則夫, 稲森悠平, 2006 : 鉄電解法による生活系排水からのリン除去・回収特性の解析, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
19. 稲森悠平, 戸上公博, 河村光隆, 山崎宏史, 蛭江美孝, 徐開欽, 2006 : 生活排水に含まれる有機物, 窒素をパラメーターとした排水処理能高度化における関係解析, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
20. 蛭江美孝, 徐開欽, 稲森悠平, 山崎宏史, 塩入千春, 杉浦則夫, 2006 : 生物・物理化学的プロセスにおける窒素・リン同時除去の効率化のための機能解析, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
21. 中川剛, 松村正利, 井坂和一, 常田聡, 蛭江美孝, 稲森悠平, 2006 : 高濃度アンモニア含有排水処理プロセスにおける低水温下での処理特性と硝化細菌の挙動, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
22. 稲森悠平, 横澤和哉, 大坂利文, 常田聡, 井坂和一, 2006 : 有機物存在下における嫌気性アンモニア酸化反応の特性解析, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
23. 加島誠之, 杉浦則夫, 楮春鳳, 徐開欽, 蛭江美孝, 稲森悠平, 2006 : 生ゴミを基質とする水素・メタン発酵ガス化技術の効率化, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
24. 稲森悠平, 西川真澄, 河村光隆, Chu-Chun-Feng, 徐開欽, 蛭江美孝, 2006 : 生ごみを基質としたメタン発酵・窒素除去効率化のための適正条件の解析, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
25. 楮春鳳, 徐開欽, 稲森悠平, 加島誠之, 孔海南, 2006 : バイオマスからの水素・メタン二段発酵システムにおける温度の影響, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
26. Yanhua Wang, Ryuhei Inamori, Kaiqin Xu, Yuhei Inamori, Hainan Kong, Takashi Kondo, Masatoshi Matsumura, 2006 : Molecular biological analyses on the relationship between nitrogen removal and N₂O emission characteristics in the constructed wetland systems, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.

27. 近藤貴志, 鈴木康之, 常田聡, 蛭江美孝, 稲森悠平, 2006 : 汚泥減容・リン回収型栄養塩類除去プロセスに生息する微生物叢解析, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
28. 鈴木理恵, 山崎宏史, 佐竹隆顕, 稲森悠平, 2006 : 有機性排水の可溶化反応槽における微小動物相の増殖・浄化特性, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
29. 山崎宏史, 西村修, 鈴木理恵, 蛭江美孝, 稲森悠平, 2006 : 生ごみ導入排水処理システムにおける生ごみの生物資化特性解析, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
30. 保坂善仁, 藤本尚志, 大西章博, 鈴木昌治, 岩見徳雄, 稲森悠平, 2006 : 原生動物 *Monas guttula* の糸状性藍藻類を食物源とした増殖特性, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
31. 大坂利文, 常田聡, 蛭江美孝, 稲森悠平, 2006 : Stable-Isotope Probing 法によるメタン脱窒反応場の細菌群集構造解析, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
32. 山本智子, 桂萍, 稲森隆平, 蛭江美孝, 徐開欽, 稲森悠平, 松村正利, 2006 : 水質浄化および温室効果ガス発生特性等の抽水植物種間における比較解析, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
33. 稲森隆平, 山本智子, 稲森悠平, 徐開欽, 桂萍, 松村正利, 井上武雄, 2006 : アシとマコモ, ガマの組み合わせ混栽系における成長・栄養塩類除去・温室効果ガス発生特性, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
34. 桑原享史, 田中伸幸, 杉本直也, 蛭江美孝, 徐開欽, 稲森悠平, 2006 : 傾斜土槽法による生活雑排水処理に及ぼす原水流入パターンの効果, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
35. 田中伸幸, 桑原享史, 杉本直也, 徐開欽, 稲森悠平, 2006 : 傾斜土槽法による生活排水処理に及ぼすミミズの効果, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
36. 稲森悠平, 杉本直也, 海野肇, 徐開欽, 蛭江美孝, 桑原享史, 田中伸幸, 2006 : 生活雑排水の傾斜土槽法処理における適正条件の解析, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
37. 稲森悠平, 中村斐, 桑原享史, 鈴木理恵, 林紀男, 徐開欽, 佐竹隆顕, 2006 : クウシンサイ植栽フロート式水耕栽培浄化法における流入負荷と浄化性能との関係, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.
38. 林紀男, 稲森悠平, 尾崎保夫, 2006 : 水生植物植栽浄化法における水生動物の果たす役割, 日本水処理生物学会第 43 回大会, 仙台.

39. H. Kanazawa, 2006 : Reconsideration of Reactivity of N-Carboxy Amino Acid Anhydrides (15): Preparation of Polypeptides with High-Molecular Weight and Narrow Molecular Weight Distribution, POLYCHAR-14, Nara.
40. H. Kanazawa, 2006 : Preparation of Polyolefin Materials with High Water Absorptivity, POLYCHAR-14, Nara.
41. 金澤 等, 稲田 文, 川奈誠和, 2006 : N-カルボキシアミノ酸無水物の反応性の再考 (16), 第 58 回年度日本家政学会 (全国大会), 秋田.
42. 金澤 等, 2006 : 高吸水性ポリプロピレン材料の開発, 第58回年度日本家政学会 (全国大会), 秋田.
43. 金澤 等, 稲田 文, 川奈誠和, 2006 : N-カルボキシアミノ酸無水物の反応性の再考 (17), 第 54 回高分子学会年次大会, 名古屋.
44. 金澤 等, 稲田 文, 川奈誠和, 2006 : N-カルボキシアミノ酸無水物の反応性の再考 (18), 2006 年繊維学会年次大会, 東京.
45. 金澤 等, 2006 : N-カルボキシアミノ酸無水物の反応性の再考 (19) 2006 年繊維学会年次大会, 仙台.
46. 金澤 等, 2006 : N-カルボキシアミノ酸無水物の反応性の再考 (20), これまで不可能であった分子量の揃ったポリペプチドの合成, 2006 年有機固相シンポジウム, 愛媛.
47. T. Kinouchi and K. Musiake, 2006 : Long-term change of stream water quality as a consequence of watershed development and management, Proceedings of 3rd APHW Conference, Bangkok.
48. 木内豪, 虫明功臣, 2006 : 阿武隈川の水質の特徴と形成要因について, 水文・水資源学会 2006 年研究発表会, 岡山.
49. 後藤秀昭, 2007 : 福島盆地西縁断層帯南部の変位量分布と地震危険度, 北淡活断層シンポジウム 2007.
50. 高貝慶隆, 山口仁志, 五十嵐淑郎, 2006 : デスフェリオキサミン B 固定化セルロースろ紙によるバナジウム(V)の簡易定量法の開発, 第 67 回 日本分析化学討論会, 秋田.
51. 堀口高秀, 五十嵐淑郎, 高貝慶隆, 佛願道男, 2006 : デスフェリオキサミン B 化学修飾ポリマービーズを用いたレアメタルの新しい分離・回収システムの提案, 日本分析化学会 第 55 年会, 大阪

大学.

52. 清川茂美, 高貝慶隆, 山口仁志, 五十嵐淑郎, 2006 : セルロース誘導体の合成と重金属イオンの吸着分離特性, 平成18年度 化学系学協会東北大会, 秋田.
53. Takuya KOTAKI, Masahiro MAEBAYASHI, Syuichi SATO and Tooru HASEBE, 2006 : Activation Parameters for Uniaxial Reorientational Motions of Methyl and tert-Butyl Groups in Solid Organic Compounds, The ICQC 2006 Satellite Symposium in Sendai, Matsushima.
54. 小瀧 拓也, 長谷部 亨, 2006 : 固体分子の運動とその活性化パラメーター, 分子構造討総合論会 2006, 静岡.
55. 高橋 信幸, 海山 剛史, 長谷部 亨, 2006 : ポーラスシリカ細孔内液体分子の拡散運動の細孔径依存性, 分子構造総合討論会 2006, 静岡.
56. 小瀧 拓也, 長谷部 亨, 2006 : 2, 3 の分子性物質の界面自由エネルギーについて, 平成18年度化学系学協会東北大会, 秋田.
57. 高橋 信幸, 長谷部 亨, 2006 : 束縛系液体 (シクロヘキサン, TMS, メタノール) 分子の拡散運動, 第29回溶液化学シンポジウム, 山形.
58. 小瀧 拓也, 海山 剛史, 長谷部 亨, 2006 : ナノスケール空間内束縛物質における融点と細孔径の関係, 第29回溶液化学シンポジウム, 山形.
59. 渡邊 明, 2006 : 豪雨域と水蒸気移流, 日本気象学会.
60. Watanabe, A. and K. Musiake, 2006 : Measurement of the Exact Two-Dimensional Precipitation, The 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference.
61. 渡邊 明, 2006 : 2006年冬季の東北地方の降雪特性, 日本気象学会.
62. 渡邊 明, 2006 : 降雹予測の可能性について, 日本農業気象学会東北支部大会.
63. 渡邊 明, 2006 : 2006年冬季の降雪特性, 日本雪氷学会.
64. 紺野裕喜, 渡邊 明, 2006 : 2004年のレーダー・アメダス解析雨量による東北地方の降水特性, 日本気象学科東北支部気象研究会.
65. 渡邊 明, 2006 : レーダー・アメダス解析雨量による積算雨量について, 日本気象学会東北支部気

象研究会.

66. 渡邊 明, 2006 : 羽越線列車事故時の強風出現, 日本自然災害学会東北支部講演会.

【特許】

1. 発明人 : 杉森大助, 櫻岡敏之, 「混合微生物, 製剤による油脂分解方法」, 出願人 : 国立大学法人
福島大学, 桜乳業株式会社, 特願 2006-335149, 特許出願 : 2006 年 12 月 12 日.

自然共生・再生研究プロジェクト研究分担テーマ

I. 水循環系に係わる諸問題の現象<因果関係>の理解に関する研究—モニタリングとモデリングによる実態把握と将来予測

I-1. 水循環系の解明

- ・阿武隈流域の降水システムと降水の量と質の変動に関する研究 渡邊 明
- ・阿武隈川流域の水循環系の定量化 木内 豪
- ・阿武隈川流域の地下水流動についての基礎研究 柴崎直明
- ・河川流域の地形分析／地形発達史研究 後藤秀昭(人発文)

I-2. 水循環にともなう物質循環系(水質形成過程を含む)の解明

- ・阿武隈川支流域における汚濁負荷発生構造 後藤 忍
- ・阿武隈川流域における水循環・物質循環 木内 豪
- ・阿武隈川流域における物質循環のモニタリングとモデリング 長林久夫(日大・工)
- ・河川水における有機汚染物質の調査 高安 徹、長谷部亨
- ・河川の懸濁・着色物質及び河床付着物に関する研究 難波謙二
- ・阿武隈川流域水質の変異原性物質の超微量計測システムの開発 高貝慶隆
- ・碎屑物の鉱物組成と化学組成による運搬・堆積量の推定 長橋良隆

I-3. 物質循環系と水域生態系との関係の解明

- ・福島県内100年間の水域生態系変遷の推定のための植物資料の収集とデータベース化 黒沢高秀
- ・摺上川ダムが水域生態系に与える影響の解明～底生動物のモニタリングによる摺上川流域環境の実態把握 塘 忠頭
- ・阿武隈川支流域の河川林・溪畔林の実態調査 木村勝彦

II. 既存技術／施策の有効性の検証と新技術の開発研究

- ・廃棄繊維素材を応用した水中含有有機化合物の除去 金澤 等
- ・油脂含有廃水による水質汚染を防止するための微生物処理技術の開発 杉森大助
- ・畜産廃棄物資源化施設の解析 佐藤理夫
- ・バイオ・エコエンジニアリングによる水浄化技術の開発 稲森悠平(客員教授)
- ・水汚染防止のための技術開発 猪俣慎二

III. 流域の水／環境マネジメントの総合化に関する研究

- ・流域自治体の共同体意識形成ならびに住民活動のアクティビティとの相関に関する研究 後藤 忍
- ・研究対象地域の地域誌：水環境と地域社会・産業・文化との関係、まちづくり、住民組織と流域環境との関係の検討 初沢敏生(人発文)
- ・都市・地域計画からみた水循環上の課題と流域連携のあり方 鈴木 浩
- ・流域の自然・社会特性と流域水マネジメント 虫明功臣
- ・流域情報GISデータベースの構築 後藤秀昭、木内 豪、後藤 忍、渡邊 明

注：氏名の後の無印は、共生システム理工学類所属、(人発文)は、人間発達文化学類所属

Symbiotic Systems Science Vol.5

Research Project for Regeneration of Harmonies between Human Activity and Nature

共生のシステム Vol.5

自然共生・再生研究プロジェクト

2007年3月1日 発行

発行者 福島大学 理工学群 共生システム理工学類

〒960-1296 福島県福島市金谷川1番地

電話 024-548-8203

印刷・製本 阿喜印刷所

Printed in Japan 非売品