

自然共生再生プロジェクト 第1回ワークショッププログラム

日時：2006年2月9日（木）10時～17時

場所：福島テルサ {あぶくま, あづま (展示, ポスター)}

10:00開会

主催者挨拶：共生システム理工学類長 入戸野 修

10:05～10:30

虫明功臣：福島大における流域水循環共同研究の枠組み（全体構想の説明）

10:30～12:15

I. 水循環系に係る諸問題の現象理解に関する研究

—モニタリングとモデリングによる実態把握と将来予測

渡邊 明：面的雨量の精度向上と雨水による酸性物質の負荷量について

長橋良隆：阿武隈川流域の地質と河床堆積物の鉱物組成・化学組成との関わりについて

難波謙二：河川の懸濁・着色と河床付着物に関する研究

高安 徹・猪俣慎二・長谷部 亨：河川水における有機汚染物質の調査

黒沢高秀：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

木村勝彦：阿武隈川支流の河辺林の構造と洪水履歴

塘 忠顕：摺上川ダム建設後におけるダム周辺流域の底生動物相

12:15～13:30 ランチ（ポスター）

13:30～14:30

II. 既存技術、施策の有効性の検証と新技術の開発研究

高貝慶隆：変異原性物質の微量計測法の開発と環境水への応用

杉森大助：油脂含有排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

金澤 等：廃棄繊維素材を応用した水中含有有機化合物の除去技術

佐藤理夫：畜産廃棄物の資源化

14:30～15:00 ティータイム（ポスター）

15:00～16:00

III. 流域の水、環境マネジメントの総合化に関する研究

柴崎直明：阿武隈川流域の地下水盆特性と地下水管理上の課題

木内 豪：阿武隈川流域における水循環・物質循環の定量化に向けた取り組み

虫明功臣：流域圏水循環系マネジメントについての考察

16:00～17:00

IV. 総合討論（司会 渡邊 明）

—大学における地域と連携した研究のあり方—

福島大学共生システム理工学類

自然共生再生／流域水循環系健全化研究プロジェクト 分担課題リスト

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 渡辺 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、猪俣慎二、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 忠顕
- ・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 金沢 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)

III. 流域の水／環境マネジメントへ向けて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
- ・水・物質循環マネジメントモデルの構築 木内 豪、後藤 忍、長林久男、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、渡辺 明

面的雨量の精度向上と雨水による酸性物質の負荷量について*

福島大学理工学群 渡邊 明

1. はじめに

雨量を正確に測ることは、洪水等災害防除の観点のみならず、雨水酸性化に伴う酸性物質の負荷量や物質循環の溶媒として重要である。日本を面的にカバーした降水量データとしては唯一気象庁から公開されているレーダー・アメダス解析雨量がある。しかし、この雨量にはレーダー観測の誤差、レーダー雨量とアメダス雨量の換算誤算、雨量係数の空間代表制による誤差、雨量表現上の誤差が含まれており、精度の高い面的降水量を求めるには前述の誤差の特性を地域ごとに理解し、補正して利用する必要がある。ここではレーダー・アメダス解析雨量の誤差特性と簡易な補正方法について検討した結果に加えて、継続観測してきた雨水酸性物質負荷量について報告する。

2. レーダー・アメダス解析雨量

気象レーダーは、全国に20ヶ所に設置されており、1レーダーで直径500kmの円内の範囲をカバーすることができる。この範囲の高度2kmの反射強度を測定し、面的データの反射強度を得ている。しかし、地形や建造物の影響を受けるところは、他の地点のレーダー反射強度を使用するか、内挿することが必要になる。また、同じレーダーで観測していても遠方になるほど高高度の反射強度になり、高度2kmの反射強度を測定することは原理的に不可能になる。この他、地形エコー、シークラッター、大気の成層状態による伝播状態の差異などを考慮しないと正確な反射強度が得られない。

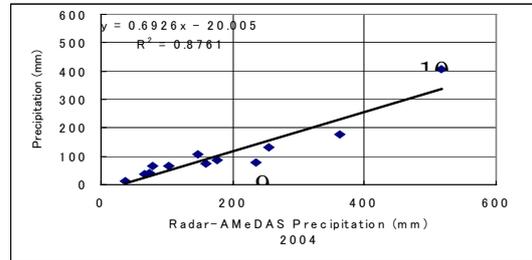
一方、反射強度を基に、約17km平方のAMeDAS観測雨量データと比較し、

レーダー雨量×雨量係数=実際の雨量

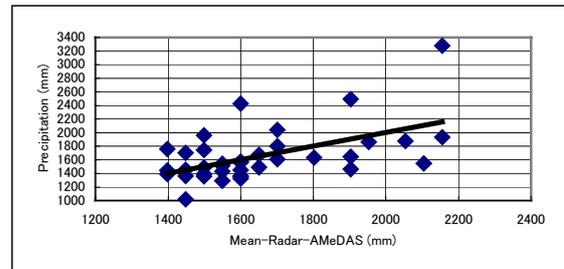
を用いて、観測毎に雨量係数を計算し、その雨量係数を用いて、AMeDAS観測雨量がない地点の雨量を面的に計算することで、レーダー・アメダス解析雨量が作成される。

また、レーダー・アメダス解析雨量では、エコー合成時にレーダー雨量の大きい方を優先する最大値法が用いられ、接合領域で相対的に多くなる領域が形成される。レーダー雨量は64階調値で表現され、雨量強度の幅が大きくなるほど大きくなる。一方、解析雨量は256階調値になっている。

第1図は2004年のAMeDASデータとレーダー・アメダス解析雨量の福島における月降水量の関係を示したものである。レーダー・アメダス解析雨量は前述の通りAMeDAS雨量と比較し、雨量係数によって適正化が図られているが、2004年の月降水量としてはAMeDAS雨量の平均2倍の降水量を示していることがわかる。



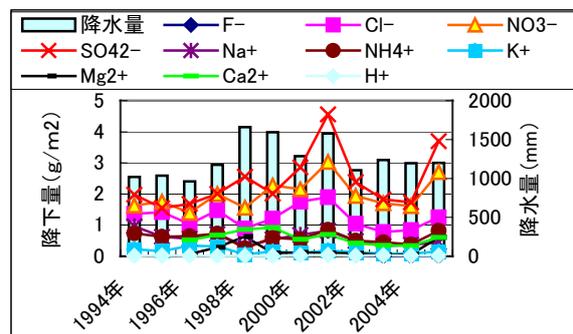
第1図レーダー・アメダス解析雨量とアメダス雨量の月積算値の関係
こうした誤差を少なくするため、再度エコー強度を積算期間で平均し、AMeDAS積算雨量と平均エコー強度との関係(積算雨量係数)を用いて、レーダー・アメダス解析雨量を補正した結果を第2図に示す。この結果、積算雨量の誤差の



第2図補正したレーダー・アメダス解析雨量とアメダス雨量の関係
標準偏差は339mmと大きいものの、±20%の範囲に入り、単なる積算値よりも改善されることが分かった。地域性を考慮すれば、さらに精度が向上するものと考えられる。

3. 酸性物質負荷量の変動

第3図に1994年から2005年までの10種のイオン降下量の経年変動を示す。特に硫酸イオンと硝酸イオンの降下量が大きく、過去12年間



第3図各種イオン降下量と降水量の経年変動

平均で、硫酸イオンは2.4t/km²、硝酸イオンで2.0t/km²がもたらされていることが分かった。空間的な差異については現在観測中で、精度の高い面的雨量の推定によって、流域のイオン負荷量を計算し、生態への影響評価、土壌、水質への影響評価を検討したいと考えている。

阿武隈川流域の地質と河床堆積物の鉱物組成・化学組成との関わりについて

長橋 良隆 (福島大学共生システム理工学類)

1. はじめに

河川により運搬される粒子は、露出している岩石や地層が物理的・化学的風化により細かく砕かれたものが起源となる。過去1万年間程度において、本流と支流の粒子の混合割合や運搬・堆積量を見積もることは、中・長期的に河川の将来像を描く基礎資料となりうる。

2. 研究手法 (予定のものも含む)

①：阿武隈川流域全体の岩石化学的特性を把握するために、地層・岩石やそれらの風化部について、蛍光X線分析装置(XRF)により主要成分と微量成分の化学組成分析を行う。

②：単一の地質区を流れる支流およびそれらと本流との合流地点において、河床堆積物の鉱物組成と化学組成を調べることににより、異なる地質区を起源とする粒子の混合割合を推定する(第1図)。

③：郡山盆地地下の堆積物の鉱物組成と化学組成を調べることににより、過去1万年間程度における異なる地質区からの混合割合と郡山盆地における堆積量を推定する(第1図)。

④：高水位時(台風による大雨など)の流れによって運搬される微細な浮流粒子の特性を調べる。

3. 進捗状況

本年度の進捗状況は以下のとおりである。

①：白河地域に分布する白河火砕流の侵食過程に関する検討を行った(本学の卒業研究)。

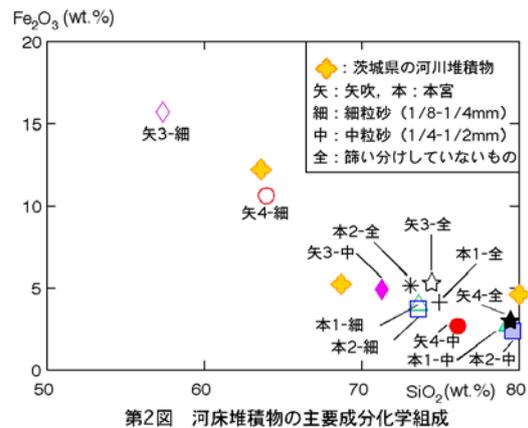
②：白河から本宮までの阿武隈川の現況調査を実施した(本学の卒業研究)。

③：XRFのX線管球を交換したことに伴って、標準試料のX強度測定を行い、検量線を作成した。

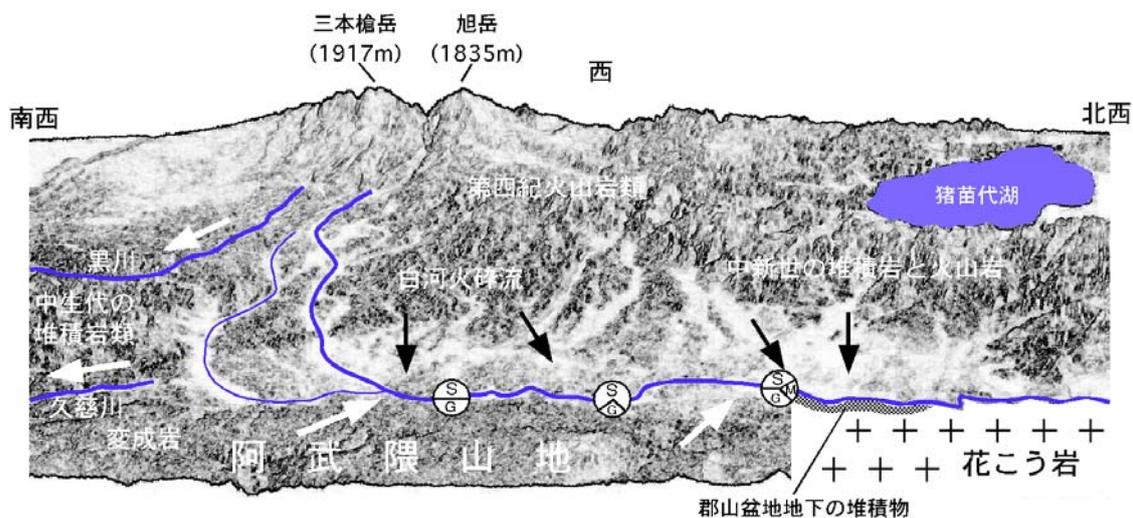
④：2005年7月27日、台風通過後の河川水を採取(10地点)し浮流物質の顕微鏡観察を行った。

⑤：矢吹町東地点(2試料)と本宮町南地点(2試料)における河床堆積物の鉱物組成と主要・微量成分化学組成分析を行った(第2図)。

今回は地質の概要と④と⑤について報告する。



第2図 河床堆積物の主要成分化学組成



第1図 阿武隈川流域の地形・地質の概要と研究の進め方の説明

河川水の懸濁や着色は水質上の問題であるだけでなく、景観や「きれいな川」かどうかという印象に対して大きな影響を与える。懸濁は微粒子、着色は主として有機性の溶存物質からなっており、前者は懸濁物質質量 (SS) として、後者は紫外線吸収を指標として測定されている。本研究では河床付着物を取り上げる。河床付着物は、景観や河川の印象に対しては大きな影響を与えると思われるが、水質に比較すると定量評価は容易ではなく、かならずしも十分に行われているとは言えない。また、付着物の成因や機能についても未知の事が多い。そこで、阿武隈川の河床岩盤の2つの付着物について地球化学・微生物学的な研究を行った。

微生物マット

福島市内蓬莱橋付近で観測を行った。河床岩盤には微生物によって構成されるマットによって覆われている場所が確認された。このマットは緑色または茶色を呈し、水中にあるときには気泡を表面に発生し、密に発生した気泡によって白色に近い色に見えることもあった。気泡の成長に伴って浮力によって浮上し、大気へ拡散することも確認された。

緑色のマットから発生した気泡を、暗条件が半日続いた後の早朝暗いうちと逆に明条件が続いた後の午後3時頃に採取した。また、茶色マットからは夕方のみ採取した。それぞれの採取時には付近の大気も採取した。これらを直ちにガスクロマトグラフ装置等を用いて、分析し、窒素、酸素、メタン、水素、一酸化炭素、二酸化炭素の濃度を求めた。その結果、気泡の酸素濃度はいずれも大気より高いこと、二酸化炭素は明け方は大気濃度より高く、午後は大気濃度を下回った。また、メタンおよび一酸化炭素は午後濃度が高くなった。

これらからマットによる気体の代謝が示唆されたが、その速度を求めるためにマットを採取し、密閉容器内で培養を行ってガス代謝速度を求めた。その結果、緑マットは明条件でメタンを平均 $0.25 \text{ micro mol/h/m}^2$ の速度で生産し、暗条件では平均 $0.4 \text{ micro mol/h/m}^2$ の速度で消費した。また、一酸化炭素は緑、茶マットともおおむね $0.5 \text{ micro mol/h/m}^2$ で生産した。二酸化炭素は、茶、緑マットとも、明条件で $250 \text{ micro mol/h/m}^2$ で消費し、暗条件では $500\text{-}900 \text{ micro mol/h/m}^2$ で生産した。以上の結果から、微生物マットは河川水の化学や大気の化学に影響を与えていることが示唆される。

赤い着色

岩盤には甌穴や断層割れ目が存在し、高水位期には河床や流路となっているが、続く低水位期には孤立した水たまりが出現する。このような水たまりは海岸部では潮汐や波浪によって形成され、タイドプールと言われている。河川に形成される水たまりを、ここではリバープールと呼ぶことにする。リバープールの中の生物相は外見上様々に異なっており、中には赤色を呈するものもあった。これはリバープールが干上がった後には岩盤に血のりが着いたようにみえることもあった。この着色原因は顕微鏡観察によって、鞭毛藻 *Haematococcus* の増殖によるものと判明した。*Haematococcus* の増殖にはリバープールの形成後の化学的な課程が作用して、増殖の有無という差異が類似のリバープール間でも発生すると考えられる。

今後の課題

マットよりも固着性の小さい「もやもや」も視野に入れ、これらがもつ 1.魚類等河川の有用生物にとっての役割, 2. 下流・海域への物質輸送における役割, を明らかにしてゆきたい。

河川水における有機汚染物質の調査

高安 徹・猪俣慎二・長谷部 亨 (福島大学・理工学群・共生システム理工学類)

1. はじめに

有機汚染物質といっても物質純粋形態で溶け込んでいるものについては、化学平衡の点から見方によっては河川に生息する動植物にとって必ずしも害になるとは言えない。しかし、界面活性剤の存在下では状況が異なってくる。界面活性剤が通常の有機物質一水との化学平衡に関係なく、多くの有機物質を水に溶解させてしまうからである。最近、家庭内で洗剤、石けん、シャンプーなどの使用が増えていることは日常の生活感からあきらかなことである。これらの物質は界面活性剤であり、この界面活性剤による河川水への有機物質溶解が問題となってくる。このことによって河川で生息する動植物への悪影響が懸念される。今回、10年前の分析データを基に、有機物質汚染の源になるかもしれない界面活性剤について、阿武隈川5地点で採水分析を行い、1997年の分析データをあわせて、河川流域人口推移との関連検討を行った。

2. 実験方法

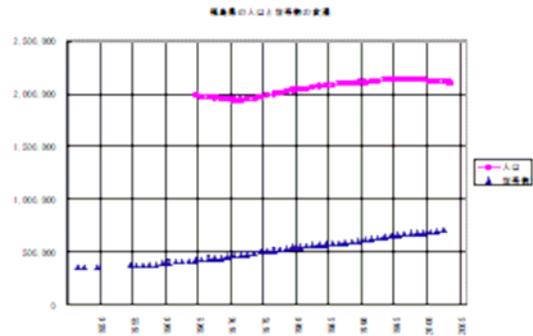
前回(1997年)福島市内の阿武隈河川流域で調査を行った結果、夏期において溶存油成分(界面活性錯合体)の減少が見られた。これは、水温の高い夏の期間は、気温の低い時期より洗剤などの使用量が少ないということは考えられないため、微生物による溶存油成分の分解能力と関係づけることができ、自然の浄化作用の現れと推論している。また、水温の低い冬季においては、他の有機成分の溶解度が低く抑えられ、界面活性剤本来の濃度検出に適した時期と考え、採水を11月と12月に実施した。試料をリン酸緩衝溶液でpHを10に保ち、メチレンブルー溶液と試料中の陰イオン界面活性剤と反応させた。この溶液をクロロホルムと混合し、メチレンブルー・陰イオン界面活性剤錯合体をクロロホルム層に抽出した。そして、クロロホルム層をメチレンブルーの酸性溶液で洗浄した後分離し、クロロホルム層の吸光度を吸収極大波長654 nmにて測定した。吸光度と試料濃度の検量線は、陰イオン界面活性剤(ドデシル硫酸ナトリウム)を用いて常法に従って作成した。試薬は全て市販特級品をそのまま用いた。

3. 解析結果

今回の採水5地点(阿久津橋、川ノ目橋、羽太橋、高田橋、大正橋)のうち、もっとも数値の高く出た大正橋(伊達町)は、0.3 ppmを越えており、上流の羽太橋(西郷村)においても0.2 ppmを上回っている。が、中流域に存在している川ノ目橋(玉川村)、阿久津橋(郡山市)等は0.17 ppmであり、自然の浄化作用は存在しているものの、前回の調査(最大0.1 ppm)から界面活性剤の増加(実験誤差を考慮しても20%)が明らかとなった。

4. まとめ

県内の人口は前回調査時の1997年を境に1.5%ほど減少しており、今回の結果は世帯数の増加(6.5%)に原因があると考えられる。



ここでの界面活性剤の異常な増加を示す実験データは、生活排水の増大として捕らえることができ、何らかの改善が必要と思われる。洗剤メーカーが少ない洗剤量で効果的洗浄能力を持つ洗剤の開発を行っていることもあるであろうが、我々の生活面において、界面活性剤の流出を減らす何らかの工夫改善が必要ではないかと思われる。

参考文献

- (1) 猪俣, 熊坂, 佐々木, 七海, 自然と人間 No. 6 「福島盆地を流れる河川水—無機イオンの分析—」(1998)
- (2) 長谷部, 熊坂, 猪俣, 樽井, 立川, 自然と人間 No. 6 「福島盆地を流れる河川の水質—溶存油成分濃度と微小浮遊物質による濁度—」(1998)
- (3) 日本分析化学会北海道支部編, 水の分析, 化学同人(1981)
- (4) 福島県情報統計領域編, 一目でわかる福島県の指標

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（福島大学・共生システム理工学類）

1. はじめに

植物標本はいつどこにどのような植物が生育していたかを実証する資料である。水環境の激変により多くの生物が絶滅の危機にあることを示した環境省版レッドデータブック（以下 RDB）調査時も、基本的に証拠として全てのデータについて対応する植物標本を作製し、地元都道府県の公的な標本室へ寄贈することになっている。福島県内にはこのような公的な標本室がない4県のうちの1つであるため、これまで標本資料の蓄積や実証可能な情報が不十分であった。今回、自然共生再生研究プロジェクトによる援助を受け、水生・湿地生植物の標本資料の収集と公開、生育情報のデータベース作成を行った。

2. これまでの主な成果

①現在までに約 2000 点の水生・湿地生植物の標本について整理が完了し、研究者に公開されている。これらには以下の調査の標本群が含まれている。

- ・ 特定研究「猪苗代湖の自然」水生植物調査（1980-1982）猪苗代湖・法正尻湿原 290 点
- ・ 重要湿地松川浦総合調査（2002-2004）1269 点
- ・ 桧原湖水生・湿地生植物調査（2004）165 点

②標本調査および文献調査により約 9600 件の福島県内の植物の生育地情報をデータベース化した。この中には約 3000 件の水生・湿地生植物のデータ、659 件のレッドデータブック掲載植物のデータが含まれる。

3. これまでに見えてきたこと

データの詳しい解析は今後の課題であるが、これまでに過去の水域生態系の変遷が少しずつ見えて

きた。また、過去に行われた調査やそれに基づく環境行政の問題点も明らかになってきた。いくつかかいつまんで紹介したい。

1. 田村町下行合水門町や安積町日出山など郡山市市街地及びその周辺には 1950 年代まで豊かな水草相が残っていた。
2. 最近みつかると福島県新産の植物の多くは、水生・湿地生植物で、しかも環境省版あるいは近隣県の RDB で絶滅危惧植物とされている。これらを福島県版 RDB に追加する必要がある。イトイバラモ（環境省絶滅危惧 IA 類）、ハイハマボス（環境省絶滅危惧 II 類）など。
3. 生態学や分類学の専門家が執筆した学術調査報告書にも水生植物に関して多くの誤同定があることがわかった。水生植物は一般に分類が難しく、標本作成後に顕微鏡や対照標本などを用いて詳しく検討する必要がある。福島県では目撃や証拠標本が残されていない報告が多いが、これらは再検討すら事実上不可能である。
4. 福島県レッドデータブックの生息情報（条例により、一定規模以上の国・県・市町村の工事の際に配慮のために用いられる）にない植物の生育地が多数見つかっている。植物に関しては極度にデータ不足の可能性がある。このことは次のような問題をはらんでいる。
 - (1) 実態以上に高いランクで絶滅危惧に位置づけられている植物がある可能性→工事の際不必要、あるいは過剰な配慮を求められている可能性
 - (2) 保全が必要な植物がデータから抜けている可能性→配慮が必要なのにデータにないため、配慮されていない可能性。

阿武隈川支流の河辺林の構造と洪水履歴

木村 勝彦（福島大学共生システム理工学類）

河川沿いに成立する河辺林（河畔林）や溪畔林は、流域の景観や河川環境の保全、洪水緩和などの機能を持つが、気候的極相であるブナ林などに比べて十分な保全対策がとられていない。河辺林は通常の斜面林とは異なり、河川の氾濫時に形成される立地上に新しい個体が定着することによって維持されている。出現する樹種も独特の組成を持ち、面積的に小さくても種の多様性の維持のためにも現状を把握しておくことは重要である。本研究では、阿武隈川支流の荒川と摺上川の河辺林2ヶ所において調査を実施し、それらの構造と成立履歴についての解析をおこなった。

（1）荒川中流の低地河辺林

荒川中流部の水林自然林は江戸時代後期に築かれた霞堤とともに洪水時の氾濫を緩和する水防林として保護されてきた。福島県の低地に残された森林としては最も老齢で大きな樹木を含んでおり、アカマツ、アカシデ、ケヤキ、コナラなどで構成されている。

水林自然林では20m×50mの調査枠での毎木調査および松枯れで枯死したアカマツの切株6個体の年輪解析を実施した。アカマツは極めて耐陰性が低く、稚樹は比較的明るい林内でも成長できない。このため、生木の樹齢解析により、森林の攪乱履歴を知るためには有効な樹種である。

6個体のアカマツの直径は65cmから95cmでいずれも大径木である。年輪解析の結果、定着年は1745, 1844, 1846, 1877, 1892, 1932年であることがわかった。最大樹齢は250年を越え、アカマツとしては極めて老齢なものであり、霞堤が作られる以前からこの地域にアカマツが生育していたことがわかる。アカマツの定着時期は何らかの攪乱に対応しているものと考えられるが、今後サンプル数を増やして空間的な広がりも含めた検討が必要である。

（2）摺上川の山地河辺林

摺上ダム上流の摺上川左岸にある河辺林において、50m×50mの調査枠を設け、地形測量、毎木調査、成長錐による年輪試料採取をおこなった。

調査区の地形は川面を基準として1mから2mまでの下段テラス、2mから3mの中段テラス、3m以上の斜面に区分できた。下段テラスではケヤキ、ハルニレ、トチノキが優占し、このほかにミズキ、イタヤカエデ、サワグルミ、アサダなどが出現した。中段テラスではコナラ、クリ、ハルニレが優占し、ケヤキ、サワグルミなどが出現した。斜面ではハルニレ、クリ、ケヤキ、コナラ、オオヤマザクラ、イヌシデ、イタヤカエデなどが出現した。

年輪解析の結果から、下段テラスを構成する個体は1960年頃に定着したものが多く、このテラスが1960年頃の出水時に形成されたことが判明した。下段テラスにはこのほかにも若齢の稚樹集団があり、1985年頃、2000年頃の小規模攪乱が存在したことが推定できた。中段テラスでは1920年頃に定着した個体が多く、その頃の攪乱で形成されたことが推定できた。

摺上川ダム建設後におけるダム周辺流域の底生動物相

塘 忠顕（福島大学共生システム理工学類）・山下 雄（福島大学教育学部）
・遠藤絢香（福島大学大学院教育学研究科）

阿武隈川の支流である摺上川の上流域に2005年9月、大型多目的ダムである「摺上川ダム」が完成した。演者らの研究室では、この大型ダム建設に伴う摺上川の底生動物相の変遷を明らかにするために、ダム周辺の環境が変化する前（1997～1998年）の底生動物相調査を実施し、調査結果を公表している（塘ら、1998）。現在はダム湖及びダム周辺流域における底生動物のモニタリングを実施することにより、建設された摺上川ダムが水域生態系、特に河川に生息する底生動物に及ぼす影響を調査している。本ワークショップでは、摺上川ダムの試験湛水が開始された後の2005年5月から12月までに実施した底生動物相調査の結果を報告し、ダム建設前後における底生動物相（主に水生昆虫相）の変化について考察したい。

2005年5月～12月の間に、ダム上流域の2地点、ダム直下の1地点の計3地点において、5回の調査を実施した（上流域の1地点のみ、12月の調査が積雪のため実施できなかった）。その結果、8目56科107属146種の水生昆虫を採集することができた（ユスリカ科とブユ科については未整理のため、この種数に含めていない）。前回と同じ調査地点「柳沢橋付近」では、前回の調査時（79種類）よりも多い100種類の水生昆虫が採集され、この中の49種類（62.0%）が前回の調査で記録された種であった。前回の調査地点「名号最上流」よりも約400m上流の調査地点「稲子沢橋付近」でも、前回の調査時（52種類）よりも多い103種類の水生昆虫が採集され、この中の38種類（73.1%）が前回の調査で記録された種であった。一方、ダム直下の調査地点「茂庭」で採集された水生昆虫は、前回の調査時（82種類）よりも少なく、57種類にとどまり、前回の調査でも記録された種は31種類（37.8%）であった。また、ダム湖に水没してしまった前回の調査地点（名号上流、名号下流、獅子内、男振の4地点）から記録された135種類の水生昆虫の中の46種類（34.1%）が、今回調査を実施した3地点からは記録されなかった。

ダム上流域の水生昆虫相は、ダム建設前と大きな違いがみられなかったため、ダム建設の影響をほとんど受けていないものと思われるが、ダム直下の水生昆虫相はダム建設前と較べて大きく異なることが明らかになった。調査地点「茂庭」では、ヒラタカゲロウ科、マダラカゲロウ科、アミメカワゲラ科など、比較的水質の有機汚濁や無機汚染の影響を受けやすい種が見られなくなった。一方、有機汚濁に強いコヤマトンボなど、ダム建設前の調査では記録のなかった種の個体数が著しく増加していることも明らかになった。これらがダム建設の影響によるものか、あるいは試験湛水の放流（2005年4～6月）が原因の一時的な変化であるのかを、今後の継続的な調査によって明らかにする必要がある。

塘 忠顕・東城幸治・岸本 亨（1998）摺上川の水生昆虫相 一上・源流域の水生昆虫相を中心に
して、福島大学特定研究〔自然と人間〕研究報告、6：53-64.

変異原性物質の微量計測法の開発と環境水への応用

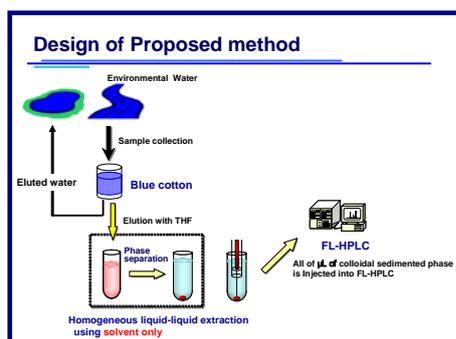
高貝慶隆(福島大学・共生システム理工学類)

1. はじめに

目に見えない化学物質から多くの市民の生命・安全を守るため、環境モニタリングによる迅速な情報入手は必要不可欠である。そのためには、信頼できる測定法によって、絶えず変動する環境をすばやく分析・評価しなければならない。本研究の目的は、独自に提案している高速・高倍率濃縮システムによって、環境中に存在する微量な変異原性物質(多環芳香族化合物【PAH】)を迅速かつ精確に計測する手段を開発し、阿武隈川の分析へと応用することが目的である。

2. 今回構築した分析システム

本分析システムの概要は、試料体積スケールの異なる2種類の濃縮分離システム【(i)コットン固相抽出[試料水: リットル(L)→濃縮液: mL] と (ii)均一液液抽出法[mL→ μ L]】を融合し、(iii) μ Lの濃縮相の全量をクロマトグラフ(HPLC)に注入する方法である。連続するダウンサイジング的な濃縮と、試料の完全注入によって、新しい分析プロセスを構築した(下図)。



以下に今回、研究を行った具体的な内容を項

目毎に示す。

1. 有機溶媒中で起こる新規相分離現象の検討
2. PAHsの濃縮及び分離検出に関する検討
3. 本システムを用いる福島県内の阿武隈川流域のPAHsモニタリング

実験結果

従来、環境分析で使用される分析機器は、約1~20 μ Lのサンプル量が必要である。それに対して、一般的な前処理液(濃縮液)の液量は、5~20 mLであるため、1回の分析ではほとんど使用せず、濃縮液のほとんど(99%以上)が無駄となり、感度的な損失を生じていた。本法は濃縮法の融合によりこの問題を根本的に解決することができ、1L以上の試料水を30分以内に処理し測定することができた。また、定量範囲についてもppt~ppqレベルを感度良く計測することが出来た。これらは、環境庁が定める目標値(感度、精度、操作時間等)の1000倍以上の性能に匹敵する。濃縮システムの融合のみで、被検体のppqレベルの計測を実現することができることは、従来把握できなかった極低濃度レベルの汚染情報を迅速かつ正確に入手できると考えられる。

今回、本システムによって、阿武隈川5地点の河川水分析を行った。福島県環境センターと協力し、この結果と公定法による分析結果との比較を行った。また、その一方で、他の環境水と比較するために、茨城県日立市の宮田川及び、雨水の結果と比較した。

1. 緒言

食品加工工場やレストランなどの廃水には、多量の油脂が含まれている。これら油脂はグリーストラップなどの排水設備に蓄積し、配管の閉塞や腐敗による悪臭の発生、水質汚染など様々な問題を引き起こす。そのため定期的な清掃が必要となるが、煩雑なうえコストもかかることから、近年、微生物製剤を用いた油脂含有廃水処理法が注目されている。しかし、既存の微生物製剤は低温下において動物性油脂に対する分解能力が低いなど多くの問題がある。そこで本研究では、低温においても動植物性油脂に対して高い分解能力を有し、かつ保存安定性の高い油脂分解微生物の探索を目的とした。

2. 研究成果と今後の課題

2. 1 動物性油脂分解菌の獲得

67カ所の土壌より99菌株を分離した。分離菌株のラード分解率を測定した結果、CL3株が最も高い分解率を示した。そこで、CL3株を選抜し、油脂分解特性などを調べた。その結果を表1に示す。ラード、牛脂といった動物性油脂に対する分解能力はこれまでに開発したSOD-1株(GS-1)に比べて優れているも

油脂	24 時間分解率*(%)
サラダ油	12.2
ラード	38.9
牛脂	34.0

*、20°C, 3000 ppm 油脂の分解率

の、サラダ油の分解率が低いことがわかった。これは、ラードを唯一の炭素源として微生物のスクリーニングを実施したため、微生物が持つ酵素の基質特異性によってサラダ油に対する分解活性が低い菌株が集積されたためと考えられる。CL3株の生理性状試験の結果から、本菌株はグラム陰性細菌 *Acinetobacter* sp. に属するものと推定した。

2. 2 動植物性油脂を分解可能な微生物の獲得

実際のグリーストラップへの適用および商品化を考え、保存安定性が高く、貧栄養条件（窒素、リン低濃度）において動植物性油脂を効率的に分解する微生物の獲得を目指した。

1) 単一菌の獲得

様々な場所から採取した土壌等の試料を加熱処理した後、混合油脂（サラダ油、ラード、牛脂の等量混合）を炭素源とした貧栄養無機培地を用いて集積培養を行うことにより、微生物の分離を実施した。130サンプルから34菌株を分離した。そのうち、分解率が高い上位5菌株は15%/d以上の分解率を示した。同組成の培地におけるSOD-1株の分解率が13.5%/dであったことから、これら菌株の分解率はSOD-1株に比べて高いことがわかった。5菌株について製剤化を行い、保存安定性試験を行った結果、GP5a株が最も保存安定性に優れており、37°C、60日間にわたってほぼ生菌数の変化が認められなかった。しかしながら、牛脂に対する分解率が低いことから、さらに分解能力の高い菌株の取得が必要と考えられた。

2) 複合微生物の探索

単一菌では油脂分解能力に限界があると考えられたことから、複合微生物の取得を目指した。これまでに、SOD-1株の約2倍の分解率を有する複合微生物を獲得することができた。

廃棄繊維素材を応用した水中含有有機化合物の除去技術

金澤 等 (福島大学・共生システム理工学類)

1. はじめに

種々の分野で資源の有効利用が考えられている。繊維資源の場合、各家庭において実際に利用されている被服は所有量の一部であると言われる。繊維資源の再利用は困難であり、廃棄焼却されるのが現状である。繊維を材料として見ると、繰り返し応力に耐え、水に溶けず、表面積の多い、優れたマトリックスとして捉える事ができる。当該研究者は長年にわたって、タンパク質やその他の高分子による気体吸着や混合物分離に関する研究を行ってきており、その吸着能を利用した水質浄化の可能性を期待できた。一般に、水中に含有される有機化合物の除去には経済的な負担を要する。そこで、本研究は廃棄される繊維材料を用いて、水中に含有させた有機化合物を除去する技術を検討した。なお、繊維を用いた研究例を調査すると、「中空糸を用いた浄化材料(市販)」、「銅錯体含浸レーヨンによる臭い成分の分解」や「炭素繊維による浄化微生物の育成」等があるが、繊維の再利用を考慮した例は見当たらない。本研究に関連する課題は過去6年間に渡って科研費(文部科学省)補助を受けている。

2. 実験方法

- 1) 吸着対象物質: クロロホルム、各種アルコール、アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム(LAS:合成陰イオン界面活性剤)、セチルトリメチルアンモニウムブロミド(陽イオン界面活性剤: リンスの主成分)、ポリオキシエチレンラウリルエーテル(非イオン界面活性剤)等。
- 2) 切断繊維をステンレスまたはガラス製の筒(カラム)に充填する。
- 3) 1)の物質を含む水溶液をカラムに流し込み、溶離した液を時間ごとに採取し、ガスクロマトグラフィー(GC)で分析し、吸着量を計算した。

3. 結果

各種繊維試料は吸着対象物質の全てに、効果的な吸着傾向を示した。以下に、実例

を挙げる。図1は水中に含まれるクロロホルムの吸着除去が可能であることを示す。流したクロロホルム環境基準の30万倍濃度であった。図2は合成界面活性剤の吸着結果である。(流したLASは環境基準の2400倍濃度)。

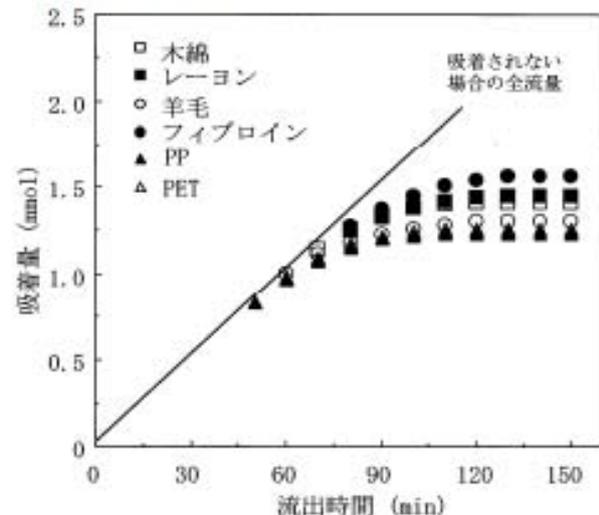


図1 水中に含まれるクロロホルムの除去
[クロロホルム]=0.154 mmol/ml, 流速=0.1 ml/min.

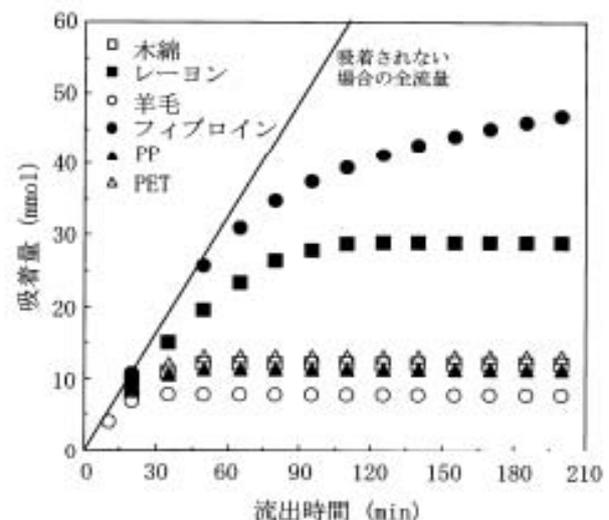


図2 水中に含まれる界面活性剤(LAS)の除去
LAS濃度=1.37 μmol/ml, 流速=0.4 ml/min.

4. 考察及び今後の方針

繊維は類似のゼータポテンシャル(測定)をもつ事がわかった。なお、疎水性の差や表面積の効果が見られた。更に実用化、および化学的改質繊維によるアンモニアの除去も検討している。

畜産廃棄物の資源化 - 安達郡白沢村有機センターの取り組み -

共生システム理工学類 産業システム工学専攻 佐藤 理夫

福島県内に多くある中小規模の畜産農家は、その廃棄物の処理に多くの費用と労力を要している。河川や地下水などの水質保全のために牛糞の野積み禁止がなされるなど、規制が強化されている。その一方、有機栽培の奨励などで堆肥へのニーズが高まると同時に、メタン醗酵などによるエネルギー回収も注目されている。このような状況の下、畜産廃棄物の処理・資源化を担っている「堆肥生産施設」を、製造プロセス工学の観点から定量的に解析している。

○ 白沢村有機センター

酪農と和牛肥育から発生する敷き藁を含む牛糞を一日6トン処理している。尿は各農家が別に回収しているが、乳牛が多いために糞の含水量は多目である。堆肥は村内の農家を中心に販売され、袋詰めされたものはJA等を通じて一般消費者にも販売されている。

旧設備：平成9年に稼働開始。藁の混入を想定しない機種であったため、白沢の牛糞の攪拌では過負荷となり、電力消費が多い上に、十分な攪拌ができていない。早く老朽化がすすみ、攪拌装置がレールより脱線するなど、装置不具合による負担も増大していた。発酵層の底部まで攪拌できないため、発酵温度は50℃程度の所が多い。人手により、上下の混合作業が必要であった。

新設備：平成17年春より計画し、11月に改修完了。攪拌しながら堆肥を出口に送っていく機種で、牛糞での実績も多い。幅4.5m長さ約85mの攪拌レーン(2つ一組)を攪拌機が移動する。投入口より数メートルは発酵熱のため、1月の厳冬期でも60℃以上になっている。牛糞の水分量が多いうえに、水分調整のための籾殻が不足しているため、初期発酵後の温度が低めである。今後、最適な条件の探索が必要である。

堆肥熟成：攪拌発酵設備からの堆肥を熟成させ、製品が完成する。熟成時の堆肥温度は殺菌や雑草の種の除去のため、70℃以上の高温になることが望ましい。温度を測定し記録をつけた。高温を保つように切り替えし等の作業をするようになり、品質が向上した。

○ メタン発酵によるエネルギー回収

牛糞からの水分・尿を適正に処理し、エネルギー資源とするため、メタン発酵プラントの導入も検討している。畜産廃棄物のみならず、食品廃棄物も合わせて処理することにより、地域全体の有機性廃棄物を有効に用いることができる。堆肥は土作りにとって重要なものであるため、過度の塩分混入や汚染物質の混入は避けなくてはならない。管理された食品廃棄物のみを受け入れる体制が必要である。

○ 地域全体での物質(窒素)収支

畜産では多量の輸入飼料を牛に与えており、この飼料中に含まれる窒素分が地域に入る量となる。地域から出る量は、食肉や乳製品として出荷されるものと、野菜などの農産物に含まれるものである。畜産廃棄物を堆肥や液肥として地域内で消費することは重要であるが、流入と流出のバランスが崩れていると、最終的には地域内に過剰な窒素分が蓄積する。過剰な窒素は農業生産に影響を与え、水系の汚染につながる可能性があるため、窒素バランスに配慮した地域システムを構築することの重要性が増している。



阿武隈川流域の地下水盆特性と地下水管理上の課題

柴崎直明（福島大学・共生システム理工学類）

1. 研究の経緯

福島県内の阿武隈川流域に分布する地下水盆については、福島盆地や郡山盆地の水文地質状況について「福島県水文地質図集」（東北農政局計画部、1978）に取りまとめられているものの、その後体系的に流域内の地下水盆の状況や地下水流動について調査・研究されていないのが現状である。

阿武隈川流域の水循環を検討する場合には、流域内の地下水盆の特性を把握した上で、過去・現在・将来の地下水流動と、地表水と地下水の交流関係を定量的に検討していく必要がある。本報告では、最新の各種データを使用して、阿武隈川流域の地下水盆特性と地下水管理上の課題を述べる。

2. 阿武隈川流域の地下水盆

国土地理院発行の2万5千分1地形図や数値地図50mメッシュ（標高）、産業技術総合研究所地質調査総合センター発行の20万分の1数値地質図等を使用して、福島県内の阿武隈川流域地下水盆区分図を作成した（図-1）。

阿武隈川流域では、上流より白河-須賀川地下水盆群、郡山地下水盆、福島地下水盆が分布し、このうち白河-須賀川地下水盆群と郡山地下水盆は連続して接するが、福島地下水盆は独立して分布する。

図-1には、2kmメッシュの切谷面図から作成した地形面ポテンシャルによる推定地下水面分布と推定地下水流動方向も示す。

3. 地下水盆特性

白河-須賀川地下水盆群は、主に不圧地下水を含む小規模な浅層地下水盆から構成される。郡山地下水盆では、中部から東部の地下に粘土層が存在し、不圧帯水層と被圧帯水層が分布す

る。福島地下水盆では、南東部や北東部で地下に粘土層が存在し被圧帯水層が分布するが、西部では主に不圧帯水層が分布する。

4. 地下水管理上の課題

いずれの地下水盆も、主に西側の山地が地下水の涵養域になっており、郡山地下水盆では東部地域、福島地下水盆では東部および北東部地域が阿武隈川への流出域になっている。こうした地下水盆特性や地下水流動系を踏まえた上で、適切な地下水管理策を検討する必要がある。

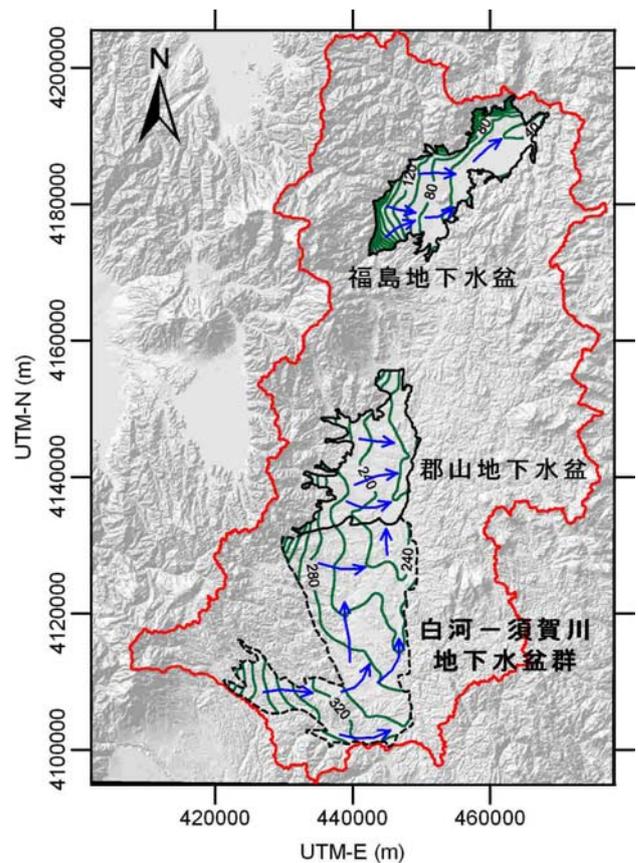


図-1 福島県内阿武隈川流域の地下水盆区分図と推定地下水流動系

(推定地下水面等高線の単位は標高 m)

阿武隈川流域における水循環・物質循環の定量化に向けた取り組み

福島大学共生システム理工学類 木内豪

1. 研究の目的

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す重要な河川流域である。この地域の将来の安定的な発展のためには、流域の今後の治水、水環境保全、水利用はいかにあるべきかについて、過去の検証と将来予測を行いながら、科学的知見を取り入れた総合的な流域水管理(あるいは健全な水循環系構築)を進めていくことが必要であると考え。そこで、本研究では、この目的に資するため、流域各種基盤情報の収集及び GIS データベース化、現地調査による水循環系の実態分析、モデルを用いた現状と将来の水・物質循環の定量化などを実施する。

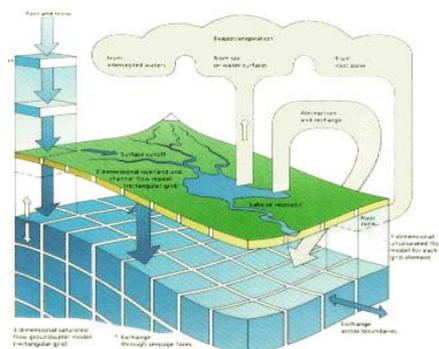


図1 分布物理型水・物質循環モデルのイメージ

2. 分布物理型水・物質循環モデルの適用

流域を多くの微小要素に分割し、それらの要素間や各要素内の水の移動を物理方程式に基づいて解析する数値モデル(分布物理型モデル)は水循環系健全化の対策や現状分析を行う上で有用なツールである(図1)。分布物理型モデルは、近年、様々な流域基盤情報の共有化やGIS技術の発展、コンピュータの進化と相まって、実務分野に普及してきている。

本研究では、土木研究所において開発された分布物理型の水・物質循環モデルを阿武隈川流域に適用できるように改良を行いながら、年間を通じた水循環解析や集中豪雨時における降雨流出解析、河川や地下水の水質解析を実施することを目標としている。

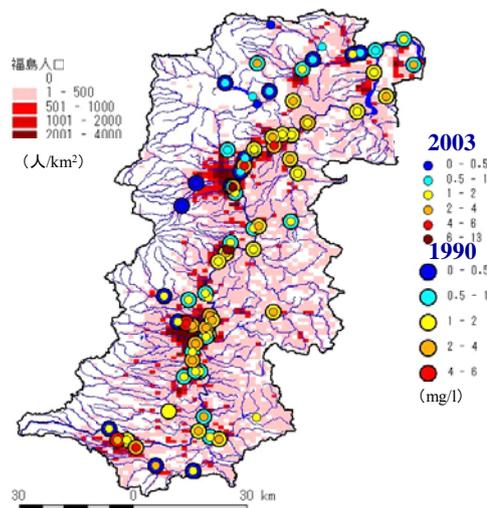


図2 阿武隈川の水質変化 (BOD75値、1990年と2003年の比較)

3. 既存情報の収集と流域GISデータベースの作成

分布物理型水・物質循環モデルを阿武隈川流域に適用するため、国土交通省、島県等より流域情報を入手するとともに、土数値情報、環境GIS、数値地図など既存情報を活用したGISデータベース作成している。

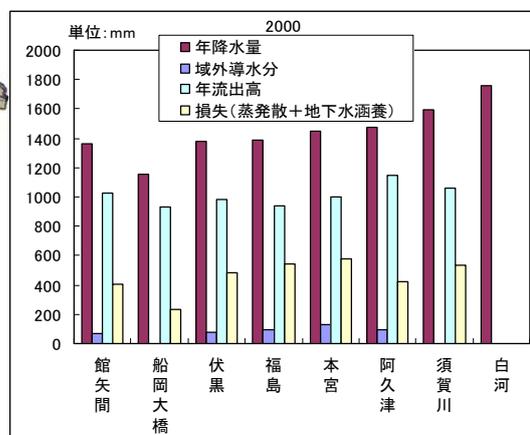


図3 阿武隈川流域の水収支(2000年)

4. 既存データに基づく流域の水文水質特性評価

阿武隈川流域をいくつかの特徴的な支流域に分割し、支流域毎に年間・季節別の水収支や物質収支を定量化し、過去から現在にかけての流域の水循環系の変化を明らかにするための作業を進めている(図2、図3)。

流域圏水循環系マネジメントについての考察

虫明功臣

－要旨－

1. 水管理の総合化とは？

- ・ “流域水循環系健全化”は、水マネジメントの総合化概念
 - ・ 何を総合化するのか？ 5つの視点
 - ①機能的視点： 利水、治水、水環境保全・回復
 - ②地理的視点： 空間的単位－流域と流域圏
 - ③行政(専門分野)的視点： 水平的連携と垂直的連携。 地域／住民参加。
 - ④水循環・生態学的視点： 生態系と水・物質循環系との関係
 - ⑤学際的視点： 異なる専門分野からの検討・調整(文理融合)
- <超学際－学際＋産学官民－は、③と⑤との統合化>
- <「水・物質循環と流域圏」－第3期科学技術基本計画環境分野の重点領域>

2. 水循環健全化計画の必要性と枠組み

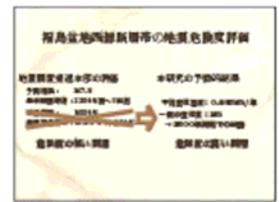
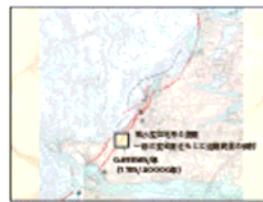
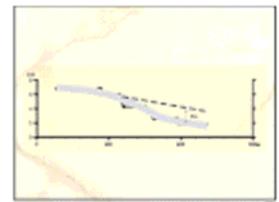
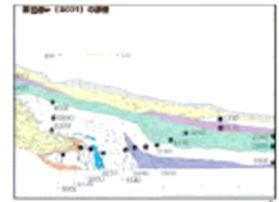
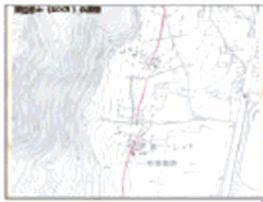
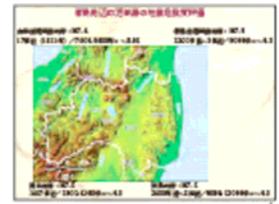
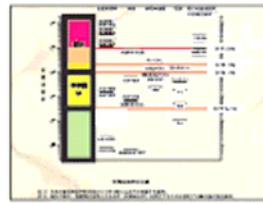
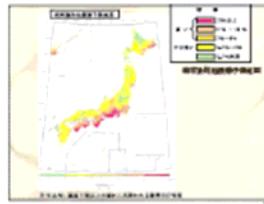
- ・ 対象とする流域の水問題に求心力のある(深刻な?)認識があるか？
- ・ 流域スケール:その問題解決のためにどのくらいの広がりをもった流域を対象とすべきか？
 - －大河川流域とその支川流域では、計画のレベルが異なる。
 - 例えば、阿武隈川流域の場合、
 - ・ 阿武隈川流域全体ビジョン： 大枠としての計画(河川整備計画はその一部)
 - ・ 支川レベルでの行動計画が必要： 支川流域が、開発、水利用の主体、
本川は排水河川
 - ・ 小支川流域のほうが、地域・住民にとって因果応報関係が身近で分かりやすい
(求心力あり)
- ・ 目標とする標語は同じでも、推進体制と具体的行動計画内容は、地域によって異なる
(風土、歴史、伝統、文化による)

3. “流域共同体意識”をどのようにして育てるか？

- ・ 行動計画立案時から関連の深いステークホルダーを推進組織に入れる
- ・ 水・物質循環系の現状と将来見通しをヴィジブルにする(共通認識をもつために)
 - －モニタリングとモデリングの重要性<大学の役割大>、“水・物質循環系管理モデル”
- ・ モニタリングは、地域・住民団体と連携して
- ・ “見直し行動”計画： できることから実行、進捗に応じて計画を見直す
Adaptive Management(適応型管理、PDCAサイクル)
<千葉県印旛沼流域の例>
- ・ 地域・住民参加と地域のコーディネータあるいはリーダーを如何にレベルアップするか？
<人材育成－大学の役割>

福島盆地西縁断層帯の地震危険度評価

後藤秀昭(人間発達文化学類)



バイオマスからのクリーンエネルギーとしての水素・メタン回収技術の開発

稲森悠平、楮春鳳、蛭江美孝、(独) 国立環境研究所、清水康利(筑波大学)

1. 研究背景

21世紀は環境低負荷・資源循環型の技術開発が重要な位置づけにある。中でもクリーンエネルギーである水素の生産は天然ガスの熱分解、水の電気分解法と比べ、バイオマスから直接水素を取り出すことはコストが低く、CO₂が生成しない、脱温暖化社会創り、化石燃料の消費削減に繋がるものである。

本研究では、バイオマスの利活用によりエネルギー回収最大化を図り、水素とメタンを同時に回収するとともに、分子生物学支援化技術導入によるバイオマスからの水素回収の効率化を図る研究を推進することとした。

2. 研究内容

2.1 分子生物学導入による水素発酵プロセスの菌叢解析

グルコースを唯一の炭素源とする培地を用いた回分および連続水素発酵実験を行った。回分実験では中温 35°C と高温 55°C で行い、連続実験では水理学的滞留時間(HRT)を6, 8, 12, 14hr にそれぞれ設定し、温度 30°C, pH5.5 に制御した。

水素発酵汚泥を対象として、16S rDNA 遺伝子に基づく全真正細菌に特異的なプライマーセット Eub341f-GC/Unvir518r を用いて PCR-DGGE による微生物群集構造解析を行い、回分と連続水素発酵汚泥における微生物群集構造の比較検討を行った。

水素生成細菌である *Clostridium* 属の 16S rRNA 遺伝子をターゲットとした ClostIV プローブを用いて FISH 法による定量解析を行った。連続水素発酵プロセスにおける水素生成活性、HRT と FISH 法による水素生成細菌の菌数との関係について検討を行った。

2.2 水素・メタン発酵連続プロセスの構築

模擬生ごみを用いた高温水素・メタン発酵連続実験を行った。酸生成槽 1L, メタン生成槽 5L, メタン生成槽の処理水を返送することによって酸生成槽の pH を 5.5 に制御した。HRT は酸生成槽とメタン生成槽それぞれ 4 日と 20 日に設定した。

3. 研究成果

3.1 水素生成微生物の菌相解析

グルコースを基質とした回分および連続水素発酵汚泥における PCR-DGGE 法により菌相解析結果、回分実験における中温と高温水素発酵に関わる微生物は *Actinobacteria* 属であるに対し、連続水素発酵における HRT6h~HRT14h いずれの場合においても、水素発酵に関わる微生物は主に *Clostridium* 属であることから、回分と連続水素発酵汚泥の菌種は大きく異なることが明らかとなった。*Clostridium* 属は水素生成細菌であることが報告さ

れているが、回分実験では pH 制御しなかったのに対し、*Clostridium* 属のバイオマス量の多かった連続実験では pH と HRT を制御したことから、HRT と pH は *Clostridium* 属を優占させる上で重要な因子であることが明らかとなった。

3.2 水素生成細菌の検出・定量解析

FISH 法により全菌に占める *Clostridium* 属菌数の評価を行ったが、HRT が 6, 8, 12, 14hr の条件でそれぞれ 97%, 83%, 43%, 10%であり、HRT が短縮につれて *Clostridium* 属菌数の割合は高くなる傾向が見られた。さらに、Clost IV プローブで検出された *Clostridium* 属の菌数の比率と水素生成活性の間に密接な相関関係が見られ、Clost IV プローブで水素生成細菌を検出・定量化することが可能であることが確認できた。

3.3 バイオガスからの水素・メタン回収

水素・メタン発酵プロセスにおける生ごみTS 4%で、酸生成槽とメタン生成槽から投入TS当り水素とメタンガスはそれぞれ 69 ml-H₂・gTS⁻¹と 345 ml-CH₄・gTS⁻¹回収することができた。水素とメタン濃度はそれぞれ 24-39%と 58-70%であり、水素収率は 1.2 mol-H₂・mol⁻¹-hexoseであった。本新技術は、従来の酸・メタン発酵システムを改造せず、水素とメタンを同時に回収可能なことが示唆された。

4. 研究総括

- 1) 分子生物学的な微生物系統解析に基づき、HRT と pH は水素生成細菌である *Clostridium* 属を優占化させる上で重要な因子であることが示唆された。
- 2) 水素生成活性と全菌に占める *Clostridium* 属の比率との相関関係が見られ、FISH 法による水素生成細菌の定量解析が可能であることが示唆された。
- 3) 高温水素・メタン発酵プロセスを用いた生ごみから投入TS当りの水素は 69ml・gTS⁻¹, メタンは 345ml・gTS⁻¹ で安定して回収できた。ヘキソース当りの水素収率は 1.2molH₂・mol⁻¹-hexoseであり、効果的な水素回収の可能なことがわかった。
- 4) 分子生物学的支援化技術の導入はプロセスの最適運転条件を確立する上で、また、水素発酵を更に効率化する上で期待できる手法であることがわかった。

5. 波及効果

- 1) バイオマスを基盤とする循環型社会の構築に貢献する。
- 2) バイオマスを基盤とする燃料電池化クリーンエネルギー回収化に貢献する。
- 3) バイオマスを基盤とする脱温暖化社会創りに貢献する。
- 4) バイオマスを基盤とする国際戦略としての CDM(Clean Development Mechanism)プロジェクトにつながる。

バイオマスからのクリーンエネルギーとしての水素・メタン回収技術の開発

稲森悠平、椿春風、蛭江美孝、(独) 国立環境研究所、清水康利(筑波大学)

1. 研究背景

21世紀は環境低負荷・資源循環型の技術開発が重要な位置づけにある。中でもクリーンエネルギーである水素の生産は天然ガスの熱分解、水の電気分解法と比べ、バイオマスから直接水素を取り出すことはコストが低く、CO₂が生成しない、脱温暖化社会創り、化石燃料の消費削減に繋がるものである。このような背景の下に研究を推進することとした。

2. 研究目的

- バイオマスの利活用エネルギー回収最大限を図る水素とメタン同時に回収することとした。
- 分子生物学支援化技術導入によるバイオマスからの水素回収の効率化を図る。

3. 研究方法

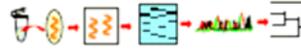
- FISH法による水素生成細菌の検出・定量化を行う。
- PCR-DGGE法による水素生成微生物の群集構造解析を行う。
- バイオマスからの水素・メタン発酵プロセスの構築を行う。

4. 研究内容

4.1 分子生物学導入による水素発酵プロセスの菌叢解析

PCR-DGGE法による水素生成微生物の群集構造解析

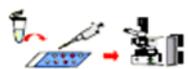
Primer: Eub341f-gc/Univr518r
Target: 全真正細菌の16S rDNA



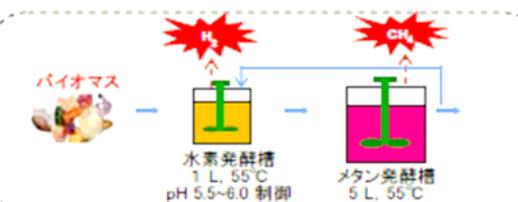
実験	連続	回分
HRT	6, 8, 12, 14 h	1-2 d
温度	30°C	35°C, 55°C
pH	5.5制御	制御なし
基質	グルコース培地 (10g・L ⁻¹)	

FISH法による水素生成細菌の検出・定量化

Probe: Clost IV
Target: *Clostridium*属の16S rRNA



4.2 水素・メタン発酵連続プロセスの構築

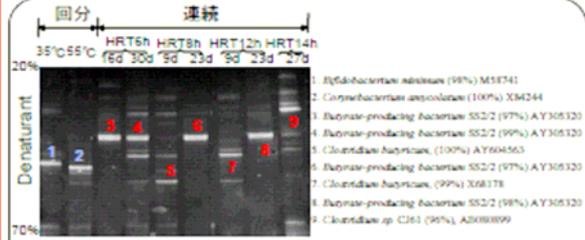


6. 研究総括

- 分子生物学的な微生物系統解析に基づき、HRTとpHは水素生成細菌である*Clostridium*属を優占化させる上で重要な因子であることが示唆された。
- 水素生成活性と全菌に占める*Clostridium*属の比率との相関関係が見られ、FISH法による水素生成細菌の定量解析が可能であることが示唆された。
- 高温水素・メタン発酵プロセスを用いた生ごみから投入TS当りの水素は68ml・gTS⁻¹、メタンは311ml・gTS⁻¹で安定して回収できた。ヘキソース当りの水素回収率は1.2molH₂・mol⁻¹・hexoseであり、効果的な水素回収の可能となった。
- 分子生物学的支援化技術の導入はプロセスの最適運転条件を確立する上で、また、水素発酵を更に効率化する上で期待できる手法であることがわかった。

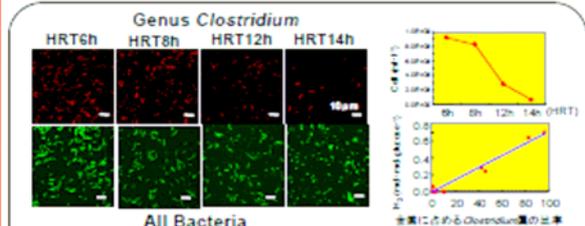
5. 研究成果

5.1 水素生成微生物の菌叢解析



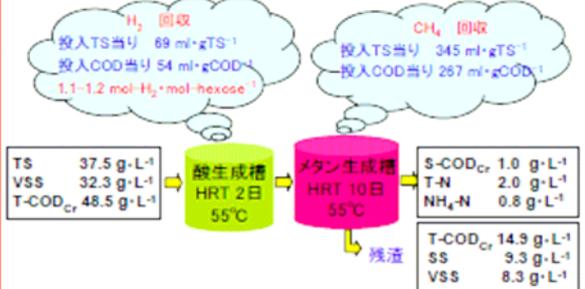
- 回分実験ではpH制御しなかったのに対し、連続実験ではpHとHRTを制御したことから、HRTとpHは水素生成細菌である*Clostridium*属を優占させる上で重要な因子であることが示唆された。

5.2 水素生成細菌の検出・定量化



- 水素生成活性と全菌に占める*Clostridium*属の比率との相関関係が見られることがわかった。
- Clost IVプローブでFISH法による水素生成細菌の検出・定量化が可能となった。

5.3 バイオガスからの水素・メタン回収



- 本新技術は、従来の酸・メタン発酵システムを改造せず、水素とメタンを同時に回収可能であることが示唆された。

7. 波及効果

- バイオマスを基盤とする循環型社会の構築に貢献する。
- バイオマスを基盤とする燃料電池化クリーンエネルギー回収を可能とする。
- バイオマスを基盤とする脱温暖化社会創りに貢献する。
- バイオマスを基盤とするCOMプロジェクトにつながる。



研究対象地域の概要

初沢敏生

阿武隈川の概要

阿武隈川は、福島・栃木両県にまたがる那須連峰に源を発し、福島県の中通り地方を流下し、宮城県県南部を経て仙台湾に注ぐ。流域面積は約 5400k m²（うち福島県分 4080k m²）、幹線流路延長 239km（うち福島県分 189.5km）で、流域面積で全国第 11 位（東北地方では第 3 位）、流路延長で全国第 6 位（東北地方では第 2 位）の大河である（第 1 図）。流路延長に比べて流域面積が狭いのは西側を奥羽山脈、東側を阿武隈高地に挟まれているためである。

また、福島県中通地方は東北地方でも最も降水量の少ない地域で年間降水量は山間部で 1500～1800mm、平野部で 1200～1300mm にすぎず、全国平均（1800mm）を下回っている。そのため、阿武隈川の河川流量は他の河川に比較して少ない。これが阿武隈川の環境浄化を困難にしている大きな原因となっている。

研究対象地域

阿武隈川の流域は広域にわたるが、ここでは主に行政資料を用いるため、阿武隈川の流域に主要部が含まれる市町村を「流域」と判断し、研究対象に含めた。具体的には、以下の市町村を対象としている（なお、以下の表示は平成の大合併前の市町村を対象とし、市町村コード順とする）。福島市、郡山市、白河市、須賀川市、二本松市、伊達郡の全域、安達郡の全域、岩瀬郡の全域、西白河郡の全域、石川郡の一部（古殿町を除く）、田村郡の一部（小野町、滝根町、都路村を除く）。滝根町、鮫川村などの一部地域も阿武隈川流域に含まれるが、今回は除外した（第 2 図）。なお、資料は特に断らない限り『福島県統計年鑑』を使用している。

流域人口の推移

流域人口の変動は、河川の資源面としての活用や環境保全にも大きな影響を与える。そこで、ここでは 1975 年から 2002 年までの 27 年間の人口の変化を検討することにした。

この 27 年間に阿武隈川の流域人口は 1,028,204 人から 1,167,497 人へと 139,295 人増加した。ただし、このうち 138,194 人が市部の増加であり、特に郡山市が 7.3 万人、福島市が 4.5 万人と、2 市での人口増加が著しい。一方、郡部ではほぼ横ばいの状態が続いている（第 3 図）。

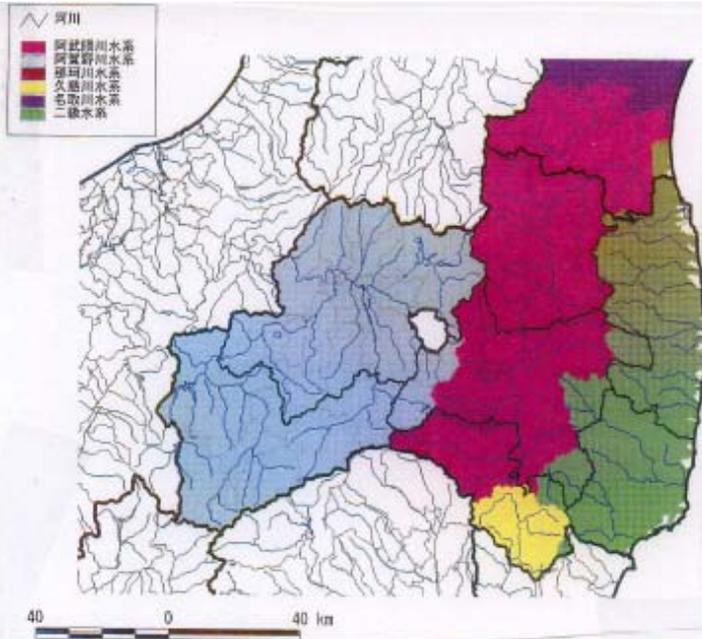
ただし、多くの町村人口が横ばいか漸減傾向を示しているのに対し、いくつかの町村では人口を大きく増加させている。伊達郡の保原町、安達郡の本宮町、西白河郡の西郷村などの人口増加率はかなり高い。これらはそれぞれ福島市、郡山市、白河市に隣接しており、これらの人口増加の影響を受けているものと考えられる。逆に核となる都市のない田村・石川郡では郡山市に隣接する三春町がやや人口を増加させている他は、人口の漸減が続いている。都市への人口集中と、農山村部の人口減少が顕著なものとなっている。

土地利用の変化*

このような人口の変化を受けて、阿武隈川流域の土地利用も変化してきている（第 4 図）。特に宅地の面積は 174k m²から 350k m²へと、倍増している。ただし、地目別に見ると原野が大きく減少している他は、大きな変化はない。全体的に見ると、原野が宅地に転換されたものと考えられる。ただし、ここで注目されるのは、宅地の増加が人口増加の著しい市部に限定されていないことである。第 4 図からもわかるように、伊達郡の増加率がやや低い他は、宅地は倍以上に増加している。宅地には居住用に限らず、事務所等も含まれるが、人口が減少し、経済活動がそれほど活発ではない地域においても宅地が大幅に増加している。農山村部においても核家族化の進展などにより世帯数は増加する傾向にあるが、それを勘案してもこの増加率は大きいと言えよう（同期間に福島県郡部での世帯数増加率は約 19% である）。実勢を上回る規模での都市基盤整備が進みつつあることがうかがわれる。※今回の分析にあたっては、分析にあたって「固定資産地積」を用いたため、実際の土地利用との間には誤差がある。

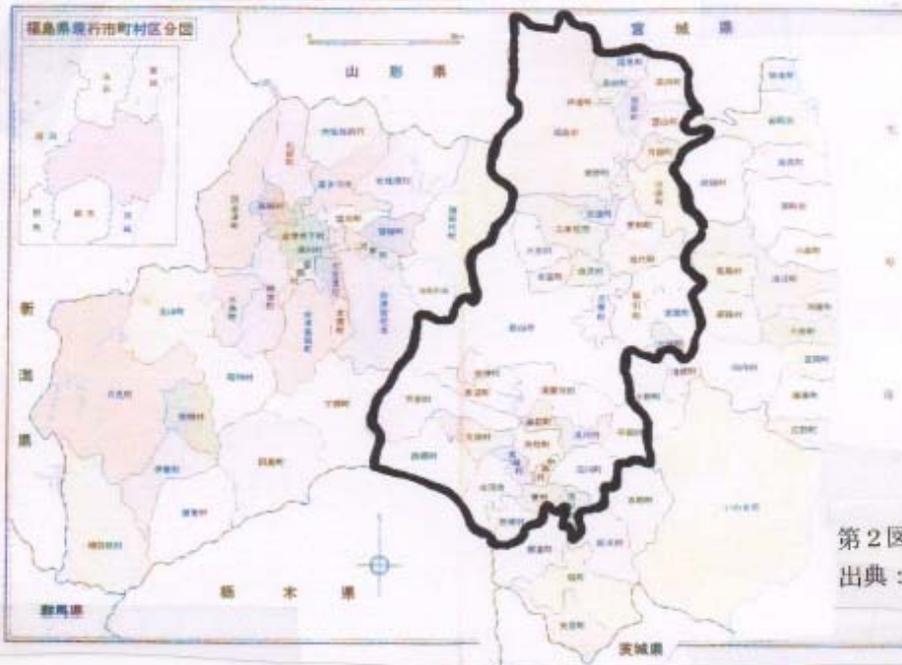
汚水処理整備の状況

このように都市的土地利用が増加しつつある状況においては、河川環境の保全のために下水道が大きな役割を果たす。しかし、福島県の汚水処理人口比率（農業集落排水施設・合併浄化槽を含む）は 62.1% と全国平均の 79.4%、東北平均の 68.8% を大きく下回っている。阿武隈川流域では特に阿武隈高地内の整備率が低い状態となっている（第 5 図）。しかし、前述のようにこれらの地域においても都市基盤整備が進みつつある現在、阿武隈川の水質保全のためには、汚水処理施設の整備が必要であると考えられる。



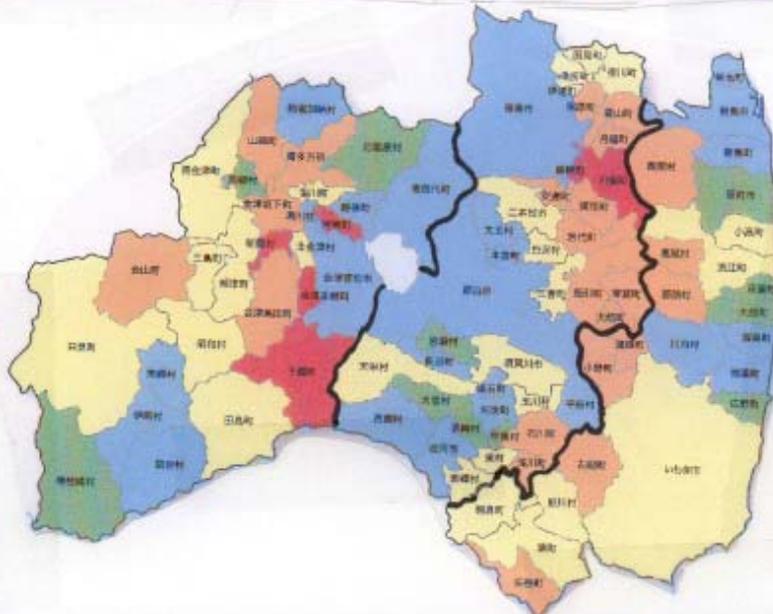
第1図 福島県の水系図

出典：福島大学阿武隈川流域総合調査グループ『阿武隈川流域総合調査』



第2図 対象地域

出典：角川書店『角川日本地名辞典』



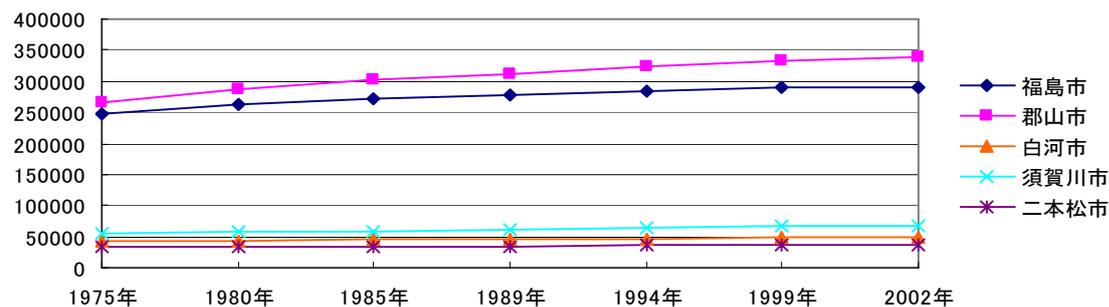
第5図 汚水処理施設整備状況(2004.3)

出典：福島県『福島県全県域下水道化構想』

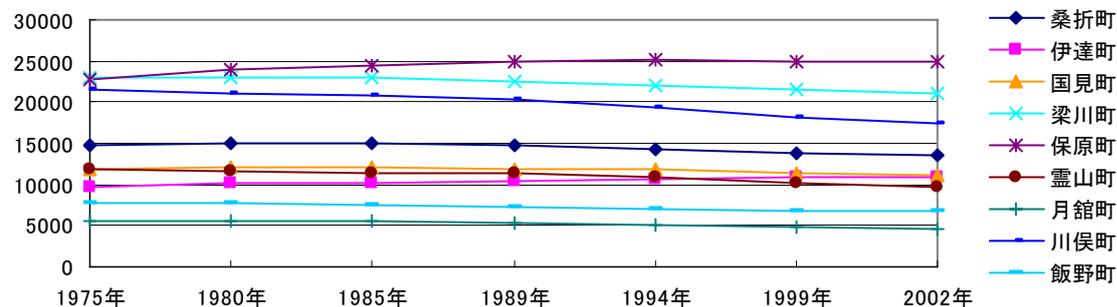


第3図 阿武隈川流域の人口推移

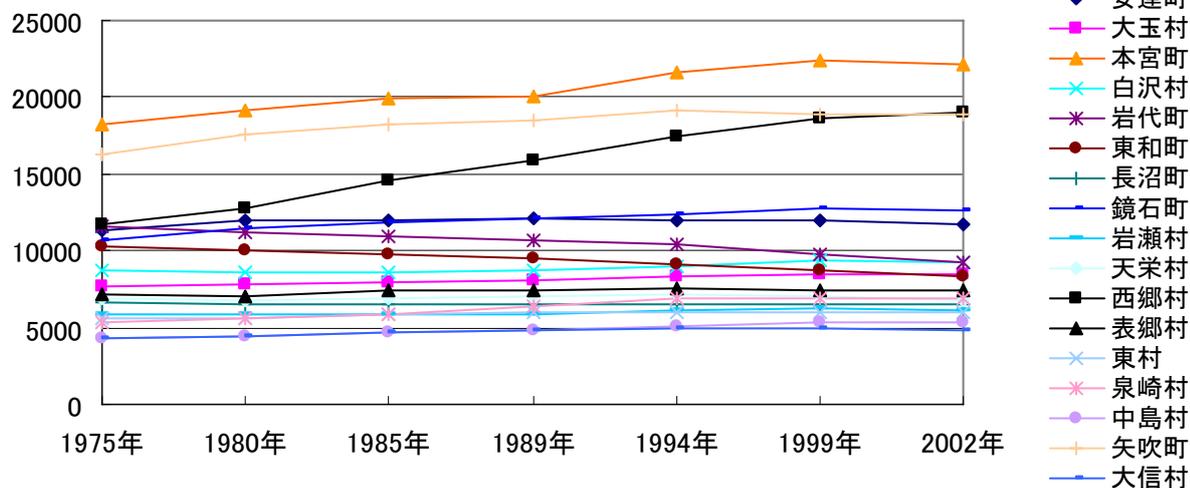
市部



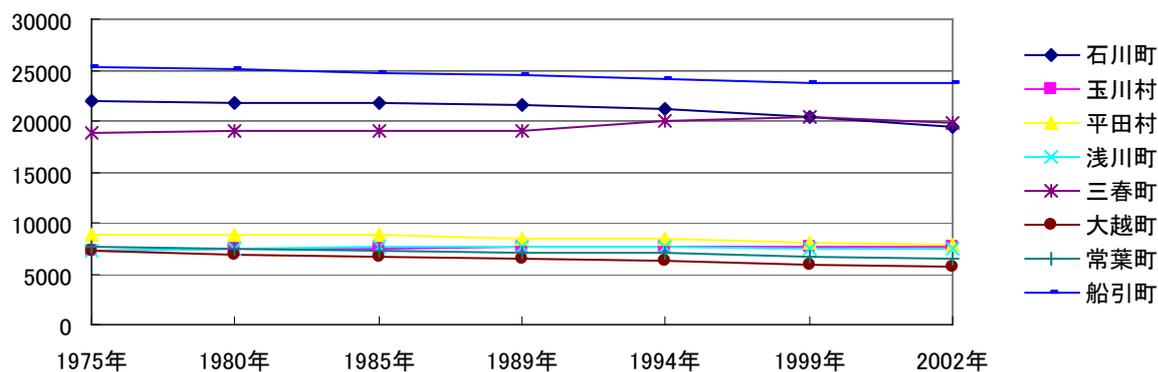
伊達郡



安達郡・岩瀬郡・西白河郡



石川郡・田村郡



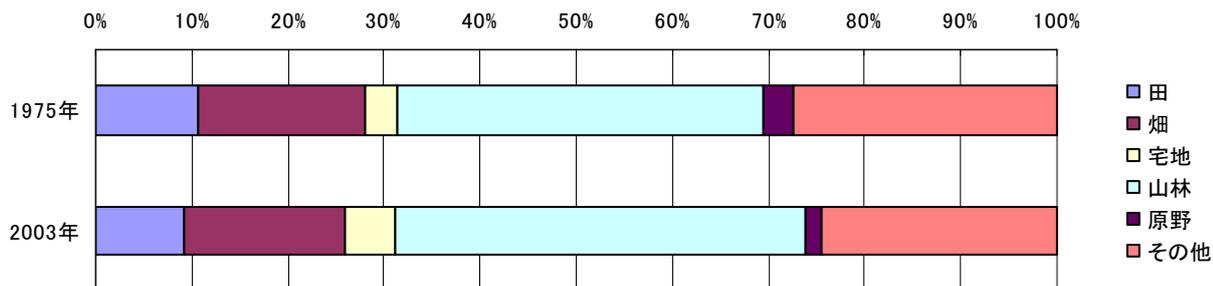
第4図 阿武隈川流域の土地利用の変化
全域



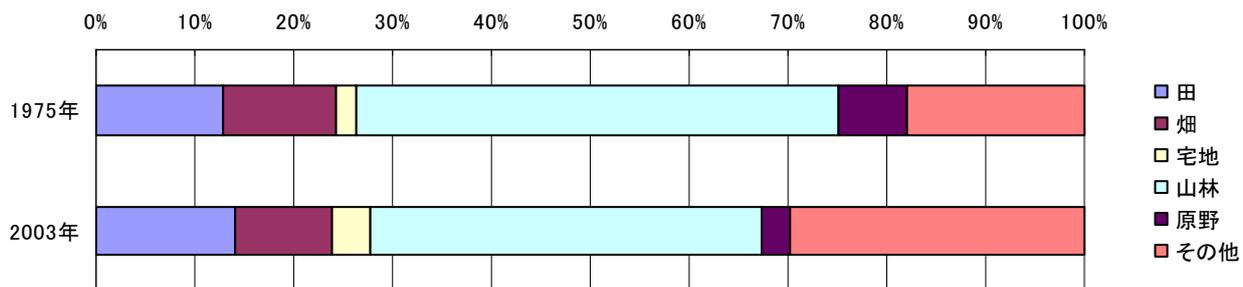
市域



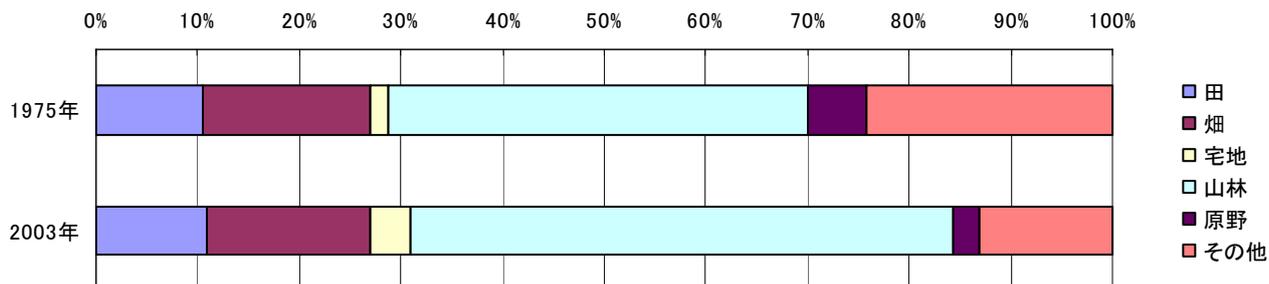
伊達郡



安達郡・岩瀬郡・西白河郡



石川郡・田村郡



都市・地域計画と水循環

鈴木浩（福島大学・共生システム理工学類）

1、市街地形成と流域

1960年代以降の高度経済成長が、市街地の急速な拡大をもたらしてきたが、都市河川の後背地にも開発が進み、災害の危険をはらんだ市街地が広がっていった。また急速な車社会の到来は、地方都市の市街地にも多く存在していた水路などを埋め立てたり、暗渠化することで道路の拡幅などを進めてきた。先人達が蓄積してきた災害の危険に対する知恵と工夫を新たな技術力によって展開したのが高度経済成長以降の市街地開発や治水であった。これらの経験と新たな災害の危険性などを踏まえた流域と市街地形成のあり方について都市計画や地域計画の側からの対応が求められている。

建築物が立ち並び市街地化が進むことによる河川への負荷や水循環への影響を、これまで都市計画や地域計画では、どのように考えてきたであろうか。典型的には、公共下水道計画が都市インフラの整備として進められてきた。市街地化が進むことによって、膨大な都市生活用水が河川から取水され、また排水される。それだけでなく、舗装された路面や建築物に降った雨水や積雪は地面を通して浸透することなく、ストレートに下水道に流下していく。これらの河川への影響はどのようなものなのか。それらを認識した上での都市における生活様式や市街地のあり方についての検討がどのように進められてきたのか、都市計画や地域計画の側からの検証をしてみたい。

2、都市計画・市街化区域の河川流域

治水や利水は、技術力によって対応しようとしてきたから、市街地区域や用途地域の設定において、河川が特別に配慮されているとはいえなかったのではないかと

ことを、いくつかの都市において確認することにしたい（白河、須賀川、郡山、二本松、安達、福島など）。

3、災害危険地域の指定

河川災害に対して、これまで築堤などの技術力によって克服していこうという発想が強かった。治水や利水とともに環境保全の観点が求められるようになったり、行財政的な制約あるいは市街地などの土地利用のあり方など、さまざまな条件から、治水のあり方にも大きな転換が求められるようになってきている。その一つが、流域の地域や土地利用の特性を活かした治水対策「水防災対策特定河川事業」である。阿武隈川流域では二本松市の油井・榎戸地区、安達ヶ原地区において取り組まれている。地域指定をした地区では、輪中堤や宅地嵩上げにより家屋などの生活環境を限定的に洪水から守ることになる。今後予想される浸水被害は、主に農地などに限られる。上記、二本松市の地区では、整備前に浸水戸数として予想されるのは、一般住宅82戸、事業所41件、である。この手法は、流域における土地利用の実態と今後の土地利用のあり方についての地域における合意形成が前提になることはいうまでもない。

4、遊水地としての土地利用

遊水地の整備は、流域における自然環境を活かしながら、洪水時には河川の水を一時的に溜め込み、河川の水位を下げ、それ以外の地区への浸水被害を防止あるいは軽減する手法である。阿武隈川流域では、須賀川市の浜尾遊水地が事業として取り組まれている。ここでは、今後の土地利用計画とその管理などについて、合意形成されていくことが必要である。