

流域規模の河川水利用と灌漑水利体系の比較研究 ——那珂川流域と鬼怒・小貝川流域を事例として——

山下 亜紀郎

目 次

I 序論

1. 従来の研究
2. 研究の目的と方法

II 那珂川流域と鬼怒・小貝川流域における河川水利 用の定量的・空間的特性

1. 許可水利権の総件数と総取水量
2. 特定水利権の取水口分布
3. 特定水利権の水源

III 那珂川流域の西の原地区における灌漑水利体系

1. 西の原地区における用水改良事業以前の用排水体系
2. 西の原地区における用水改良事業による用排水体系の変化

IV 鬼怒・小貝川流域の鬼怒川南部地区における灌漑 水利体系

1. 鬼怒川南部地区における水利体系の変遷と現状
2. 旧水海道市中三坂地区における水利事情

V 結論

謝辞

引用文献

I 序論

1. 従来の研究

近年、生態学や農学、地理学など様々な学問分野で、河川や湖沼といった水環境の研究において、それらの集水域である「流域」という地域的視点が重要視されている。特に、環境工学や土木工学、行政学などにおける河川管理の研究では、河川を「線」として捉える従来の概念に対して、流域という「面」を念頭に置くことの必要性が強調されている。

例えば大熊（1981）や新沢・岡本（1985）は、利根川の河川管理計画や治水対策の議論の中で、鬼怒川や小貝川、渡良瀬川といった支流も念頭に置いた流域単位での包括的な方法論を展開している。

太田（1999）も、流域圏単位の統合的水管理システムの確立が必要であると述べ、具体的には、①各水循環経路（地表水経路・地下水経路・人工的経路）の統合的管理、②水量・水質・水辺空間の統合的管理、③治水・利水・水環境の統合的管理、④水循環に影響を与える土地利用の統合的管理、⑤流域圏内行政区画および各種水関係機関の統合的管理、という5つの統合化が少なくとも必要であるとした。

上記のような河川管理に対して河川利用に関しても同様に、流域単位でその具体的方法や限界について考察することが不可欠である。河川利用は、大きく河川水利用と河川空間利用に分けることができる。前者はさらに、農業用、水道用、工業用、発電用などに大別され、後者は、舟運、漁業、観光・余暇などに区分することができる。そのうち、流域という範囲により大きく規定されるのは、前者の河川水利用であり、志村（1982）は、「流域には許容量が存在し、それを越えた人口、産業を養うことはできない」と指摘し、伊藤（1987）も、「流域の垣根を越えた導水や過剰な取水は、水利秩序を乱し、水利構造を不安定にする」と述べている。

従来の河川水利用に関する研究を展望すると、まず、水利調整に関する一連の研究が挙げられる。これらの研究は、それまで農業用水で占められていた河川水利に初めて都市用水が本格的に参入してくる高度経済成長期以降、1980年代前半までに一定の蓄積をみた。

まず新沢（1955, 1962）は、計画技術的側面から、農業用水の合口や新たな用排水路の開疏による農業水利の変化、河川改修や河川総合開発に伴う水利調整、および発電・水道・工業用水と農業水利との関係の実態を調査し、治水ならびに様々な河川水利が相互に調和的に河川水を利用するための方法論を体系的に示した。

森滝（1966）は、農林省による「農業水利悉皆調査」を用いて、農業水利間あるいは農業水利と他水利との水利調整、水利権の慣行・許可別割合、取水施設の規模などを指標として、日本の55の流域における河川水利秩序を、大きく8類型に区分した。

白井（1979）は、芦田川水系の水資源が逼迫した背景について検討し、三川ダム農業用水の都市用水への転用の実現条件を考察した。その結果、流域内への製鉄所の誘致が芦田川の利水体制を急激に変化させたこと、農業用水から水道用水への転用は、両者の受益地域が重複し、農業利水者が同時に上水道の需要者であったため実現したことなどを明らかにした。

秋山（1980）は、水需要の増大と水資源開発により、水利秩序が再編期を迎える中で、農業用からその他の用途への水利転用がどのように位置付けられるかを検証した。そして、都市用水側にとって、費用面からみて水利転用は水源確保の方法として有効であるが、農業用水側にとっては、用水合理化事業に伴う余剰水の都市用水への転用は、合理化の必要性がない場合、受容し難いものであると結論付けた。

上記の研究は、都市用水需要が飛躍的に増加の一途をたどっていた1960年代から80年代当時の水利問題を考察したものであった。これらの諸問題は現在において既に解決されたとは言い難いものの、近年は当時ほど活発に議論されることが少なくなったといえる。この当時における水利秩序研究に関しては、秋山（1988）において詳しく展望されているが、当時の水利問題の主役は農業水利の側であり、都市用水需要の増加に対して、農業水利秩序がどのように変化してきたか、あるいは農業水利に支配されていた河川水利にどのように都市用水が参入していくかが主な議論の対象であった。

他方、これらの政策的立場からの包括的議論に対して、地理学の分野を中心に、河川水利用の個別の用途、特に農業水利に着目し、詳細な現地調査に基づいてその実態を解明した研究成果も多い。1980年代前半までにおけるそれらの研究動向は原（1984）によってまとめられている。

その中で河川灌漑を空間的側面から考察したものを例示すると、田林（1981, 1982）は、北陸地方の3つの扇状地性平野における農業水利の空間構造を分析し、それが並列的な構造から統一的な構造へ移行していくことを見出した。また五味（1983a, b, 1984）は、中部地方と東海地方の小規模な水利地域において、農業水利秩序の地域的性格とその変質を分析し、大河川下流域の農業水利秩序の形成や変質が農業内部の変質に従って進行するよりもむしろ外部からの社会経済的な要請に直接的に即応して行われるのに対し、中小河川灌漑地域では農業水利秩序が地域内部における共同体や生産力の実態など内的要因の変化に左右されることが多いと結論付けた。

また1980年代後半以降の研究では、個別の用水路の受益区域や土地改良区の管轄区域を対象として、農業水利体系や用排水施設の維持管理体制を明らかにし、対象地域の都市化によるそれらの変容について詳述しているものが多い。例えば、山崎（1985）は中川流域の葛西用水路、白井（1987）は新潟市の西蒲原土地改良区や名古屋市の愛知用水地域、高木（1987）は大利根用水地域、伊藤（1989）は木曾川下流の宮田用水土地改良区、南埜（1995）は広島市川内地区をそれぞれ事例とした研究を行った。

このように、詳細な灌漑水利体系に関する従来の地理学的研究は、概ね個別の土地改良区や市町村の範囲ごとに、空間構造やその変容過程についての知見を蓄積してきた。このようなミクロスケールにおける詳細な事例研究は、利水者の立場からみた河川水利の実態を正しく理解するためには不可欠である。しかしながら、水需給の広域化や合理化とダム・取水堰建設の是非などに代表される現代的な水資源問題全般の議論との関わりにおいては、より広域な流域という地域的視点による水需給の総合的分析もまた一層重要視されるべきである。

2. 研究の目的と方法

そこで本研究では、共に関東地方に位置し、面積も類似している那珂川流域と鬼怒・小貝川流域を事例に、流域規模の河川水利用の定量的・空間的特性を解明し、ミクロスケールでの灌漑水利体系の差異を、それと関連付けながら比較考察することを目的とする。

図1は研究対象とした那珂川流域と鬼怒・小貝川流域の位置を示したものである。鬼怒川と小貝川は1629（寛永6）年の治水事業の際に分離されて以来、別々の河川であるが、元来は現在の下妻市比毛地先で合流する1つの河川であ

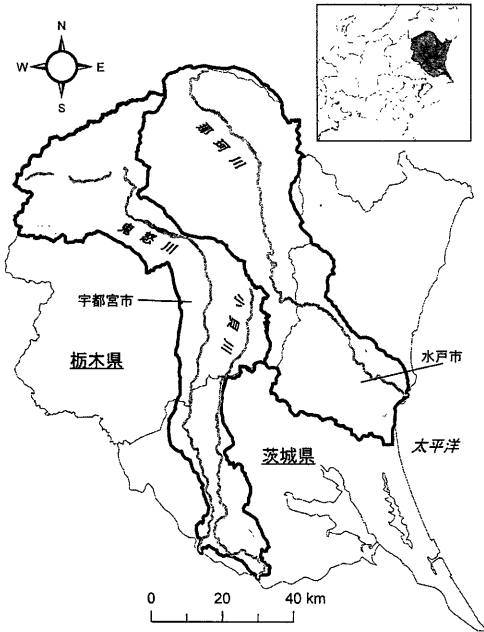


図1 那珂川流域と鬼怒・小貝川流域の位置

った。両河川は現在でも位置的に非常に接近しており、河川管理上からも1つの流域とみなされている。したがって、本研究では鬼怒川と小貝川の流域を1つの流域とみなして研究対象とした。

那珂川は那須岳に端を発し、那須高原の丘陵地を流れ、八溝山地の西麓に沿って南下する。そして栃木県と茨城県の県境で八溝山地を横断し、茨城県の県庁所在地である水戸市内を経て、ひたちなか市と大洗町の境界で太平洋に注ぐ。流路延長は150.0 km、流域面積は3,270 km²である。

鬼怒川は流路延長176.7 km、小貝川は111.8 kmで、源流をそれぞれ鬼怒沼と旧南那須町大赤根の湧水に求めることができる。鬼怒川上流域は急峻な山地・火山地であるが、鬼怒川は中流以降、そして小貝川は全区間にわたって、なだらかな台地・低地部を流れる。鬼怒川は守谷市で、小貝川は取手市と利根町の境界で、それぞれ利根川に合流する。鬼怒・小貝川流域の面積は、2,800 km²である。栃木県の県庁所在地である宇都宮市が鬼怒川の中流域に位置し、下流域には東京への通勤圏である、守谷市や取手市などの都市が立地する。

このように両流域は互いに隣接し、面積的にもほぼ等しく、河川は栃木県の山間部に端を発し、茨城県へ注ぐという共通性がある。その一方で、土地利用や人口分布、地形などといった人文・自然的条件の空間特性に大きな相違があると考えられる。そして、その相違が流域内の河川水利用に差異をもたらしているものと予測される。

本研究はまず、流域全体を対象として包括的かつ定量的に河川水利用の空間特性を分析する。そのための資料として水利権のデータを用い、水利権が設定されている取水口の位置と取水量から、両流域における河川水利用の地域的傾向を明らかにする。

次に、両流域における具体的な灌漑水利体系とその形成過程を詳述する。その際、両流域における河川水利用の定量的・空間的特性からみて典型的で、その特性の違いを、より実証的に検討しうる土地改良区の管轄区域を選定し、事例調査を実施する。調査項目は、現在の水源と取水口の位置、用排水体系、受益者による水利形態などと、それらの形成過程である。

Ⅱ 那珂川流域と鬼怒・小貝川流域における 河川水利用の定量的・空間的特性

本章では、那珂川流域と鬼怒・小貝川流域における河川水利用の定量的・空間的特性を水利権に関するデータの分析から明らかにする。河川水を利水目的で使用する場合には、ほとんど全てにおいて何らかの水利権が発生しており、水利権のデータは、河川の流域のような広大な範囲の水利用を網羅的に分析するのに適している。

本章ではまず、両流域の許可水利権の総件数と総取水量を概観した後、規模の大きい特定水利権に関して、個々の取水口の分布と取水量を分析する。さらに、それら特定水利権に関する水源の位置についても分析することで、流域規模での水需給の空間関係について論じる。

1. 許可水利権の総件数と総取水量

表1に、那珂川流域と鬼怒・小貝川流域における、用途別の許可水利権の総件数と総取水量を示した。農業用は、両流域とも件数できわめて多く、総取水量も最も多い。両流域を比較すると、件数ではほとんど差はないが、総取水量

表 1 那珂川流域と鬼怒・小貝川流域の水利権（2002年）

用途	那珂川流域		鬼怒・小貝川流域	
	件数	総取水量 (m ³ /s)	件数	総取水量 (m ³ /s)
農業用	122	50.910	114	163.862
水道用	27	3.996	11	2.654
工業用	7	1.687	7	2.988
その他	14	0.932	13	2.418
計	170	57.525	145	171.922

注) 発電用は除く

出典：国土交通省常陸工事事務所，下館工事事務所，栃木県河川課，茨城県河川課

に大きな差異がある。すなわち農業水利権 1 件当たりの取水量は、鬼怒・小貝川流域が那珂川流域の約 3 倍である。

水道用については、件数、総取水量ともに、那珂川流域が鬼怒・小貝川流域を上回っている。そのうち特定水利権は、那珂川流域で 13 件、3.903 m³/s あるのに対して、鬼怒・小貝川流域においては 7 件、2.597 m³/s である。工業用水に関しては、件数は両流域とも 7 件と同数であるが、総取水量では、鬼怒・小貝川流域の方が那珂川流域の 2 倍弱である。

2. 特定水利権の取水口分布

図 2, 3 はそれぞれ那珂川流域と鬼怒・小貝川流域における特定水利権の取水口の分布と用途、最大取水量を示している。両図によると、両流域とも特定水利権の大半を農業用が占め、那珂川流域で 17 件、総取水量 40.540 m³/s、鬼怒・小貝川流域で 27 件、総取水量 148.183 m³/s である。各流域内の農業用の許可水利権全体に占める割合は、それぞれ 79.6%、90.4% と高い値を示し、流域内の農業用水需要の大部分が、これら規模の大きな特定水利権によって賄われていることが分かる。それらの取水口の多くは、那珂川流域では、本流の上流域と下流域に分布している。中流域では本流よりもむしろ支流に取水口が位置する傾向にある。鬼怒・小貝川流域では、上流域に特定水利権のなかでは比較的規模の小さなものが集中している。これらは取水口が鬼怒川本流に位置するものと、中禅寺湖から流出して鬼怒川に合流する大谷川に設けられたものに分けられる。そして鬼怒川の中流に大規模な取水口が 3 か所みられる。いずれも国営農業水利事業によって建設されたものであり、上流からそれぞれ鬼怒川中部地区農業水利事業による佐貫頭首工、鬼怒中央地区農業水利事業による岡本

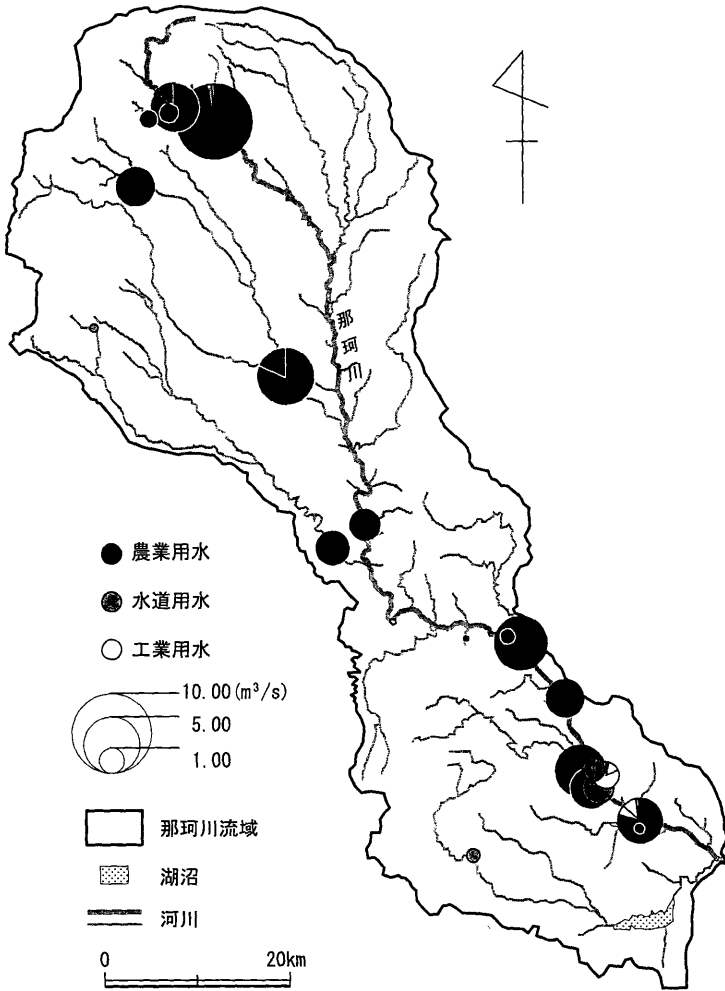


図2 那珂川流域における特定水利権の用途と最大取水量 (2002年)

注) 発電用を除く。

チャートの箇所は複数の水利権が1つの取水口を利用している。

国土交通省常陸工事事務所ならびに栃木県土地改良課の資料より作成。

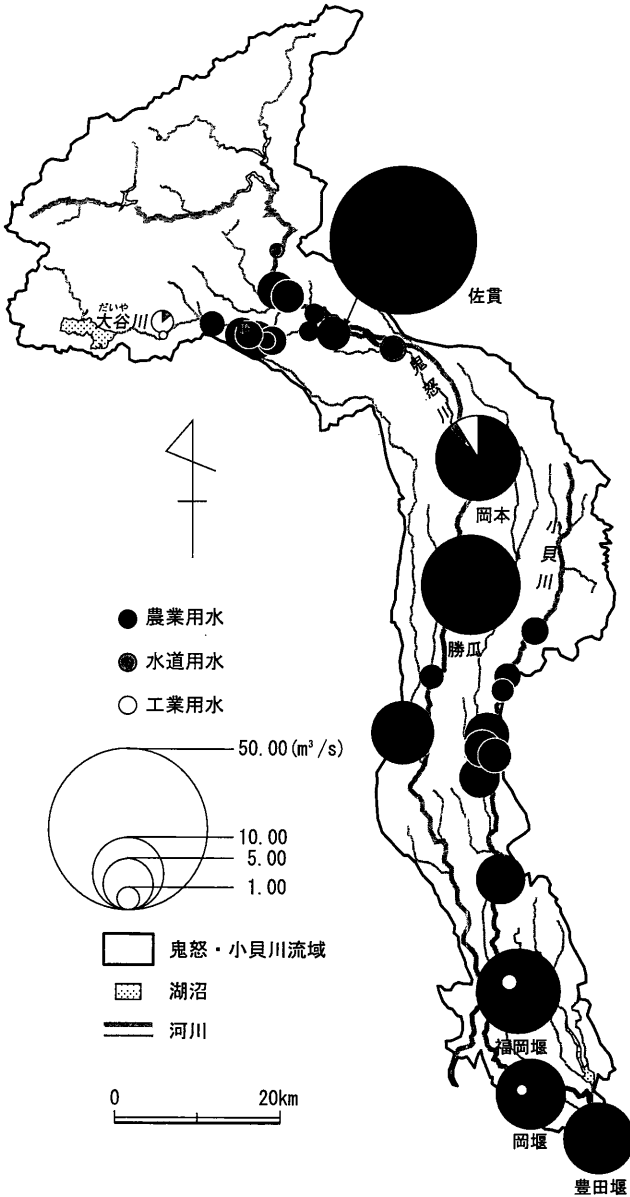


図3 鬼怒・小貝川流域における特定水利権の用途と最大取水量（2002年）

注) 発電用を除く。

チャートの箇所は複数の水利権が1つの取水口を利用している。

国土交通省下館工事事務所ならびに栃木県土地改良課の資料による。

頭首工，鬼怒川南部地区農業水利事業による勝瓜頭首工である。小貝川では上・中流に小規模なものが分布し，下流に3か所大規模なものがある。これらは関東三大堰と呼ばれる，福岡堰，岡堰，豊田堰である。

水道用の取水口是那珂川流域では下流域に多い。これは，水戸市やひたちなか市等の人口規模が大きく水道用水需要も多い都市が下流域に位置することと一致する。また，支流にも小規模ながらいくつかの取水口が存在することも，特徴として挙げることができる。鬼怒・小貝川流域においては，対照的に上・中流域に取水口が集中し，主に日光市，宇都宮市などの都市に水道用水を供給している。下流域には水道用特定水利権の取水口は存在しない。また，大谷川を除けば，支流にほとんど取水口が存在しないのも，鬼怒・小貝川流域の特徴である。工業用水に関しては，那珂川流域では，7件中4件が特定水利権であり，いずれも那珂川本流の最下流に取水口を有する。これらはひたちなか市や旧那珂町，旧大宮町の工業団地へ用水を供給している。鬼怒・小貝川流域では，7件中5件が特定水利権である。その内2件は大谷川に取水口があり，日光市内の企業へ用水を供給している。1件は鬼怒川中流の岡本頭首工から取水され，宇都宮市，芳賀町，高根沢町の工業団地へ用水を供給している。残りの2件は小貝川下流に取水口が設けられているものの，流域外導水によって霞ヶ浦から小貝川へ注水した水を取水する水利権である。この2件の取水口からは，取手市など9市町村の95社が給水を受けている。

3. 特定水利権の水源

図4，5は，那珂川流域と鬼怒・小貝川流域における，特定水利権の水源とその権利取得年を示したものである。那珂川流域では，全34件の特定水利権のうち17件がダムなどに水源を求めており，残りの17件の水源は河川の自流量である。ダムを水源とする特定水利権の取水量は， $19.465 \text{ m}^3/\text{s}$ で全体の42.2%を占める。特定水利権の水源となっているダムは5か所あるが，那珂川本流のダムは1か所のみである。霞ヶ浦導水に水源を求める計画のものが2件あるが，これらは暫定的に那珂川本流から取水しており，流域外に水供給を頼っているわけではない。

次に権利取得年の年代別内訳では，1969年以前のもの16件の内，3件がダムを水源としており，同様に1970年代のものが3件中1件，1980年代のものが6件中5件，1990年以降のものが9件中8件である。つまり，1980年以降に取

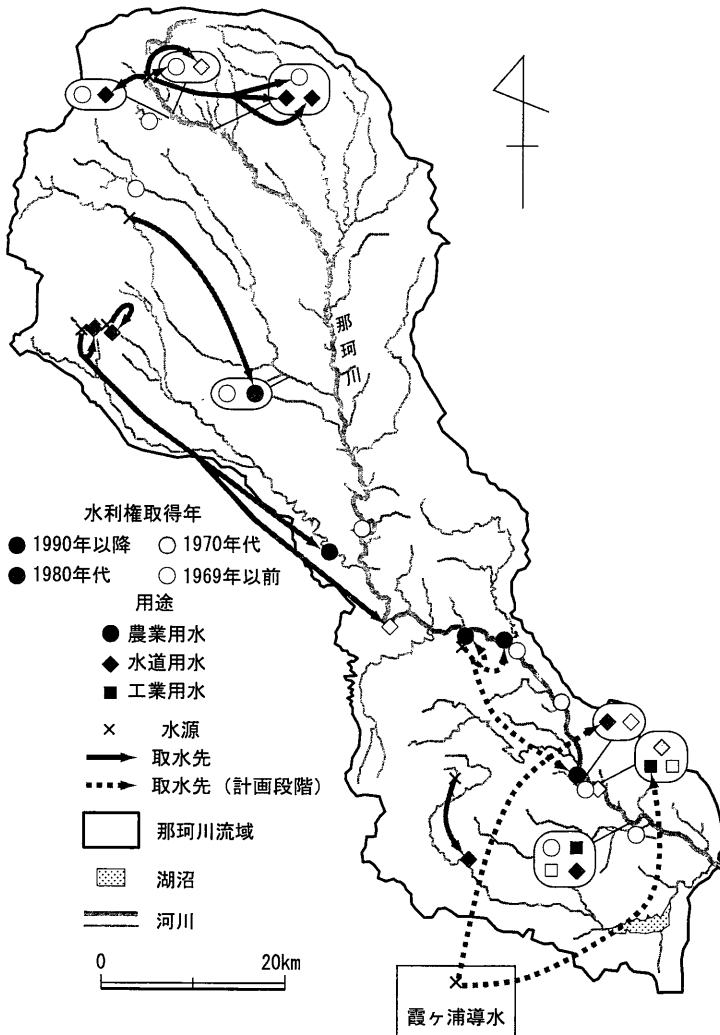


図4 那珂川流域における特定水利権の取得年と水源 (2002年)

注) 発電用を除く。

囲み内の水利権は取水口を共有している。

矢印のないものは河川自流水源。

国土交通省常陸工事事務所の資料より作成。

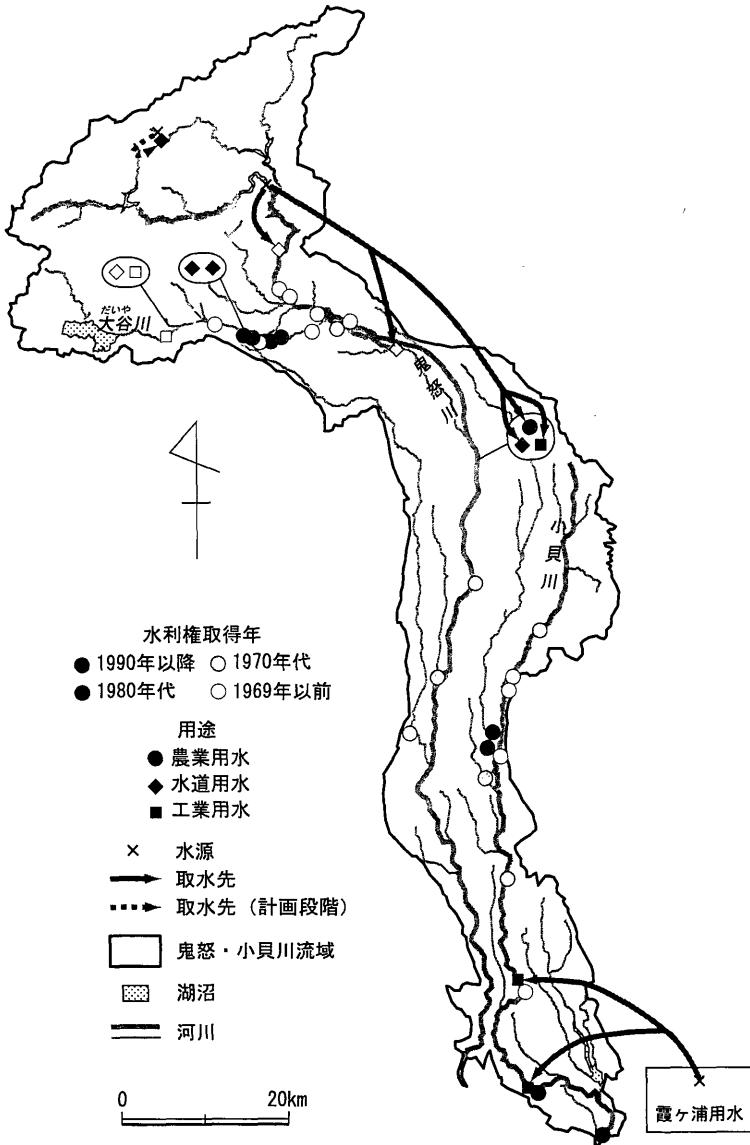


図5 鬼怒・小貝川流域における特定水利権の取得年と水源 (2002年)

注) 発電用を除く。

囲み内の水利権は取水口を共有している。

矢印のないものは河川自流水が水源。

国土交通省下館工事事務所の資料による。

得された特定水利権の8割以上がダムなどに依存している。それらの特定水利権13件（総量8.695 m³/s）について詳しくみると、総量で3.228 m³/sを取水する7件が支流に取水口を有し、その他は本流である。用途では、農業用が5件で総量は7.177 m³/sであり、水道用は7件で総量が1.060 m³/s、工業用は取水量0.168 m³/sのもの1件のみである。

一方、鬼怒・小貝川流域では、大谷川に多くの特定水利権が設定されており、いずれも水源は河川の自流である。1990年以降も大谷川では3件の特定水利権が新たに取得された。その他の取水口の大半は鬼怒川と小貝川の本流に位置しており、しかも上・中流にやや偏っている。本流に取水口を有する水利権の内、工業用、水道用は全て新規の水資源開発によって権利が取得されたものである。その内、1990年以降に下流で権利が取得された工業用水2件は、流域外に水源を求める霞ヶ浦用水に頼っている。農業用でダムに依存しているのは1件のみであるが、1990年以降、新規水利権は設定されていない。

以上のことをまとめると、那珂川流域では1990年以降になっても新規の特定水利権が盛んに取得され、近年における水需要の増加分も自流域内で満たしている。水源に関しては、依然として河川の自流で賄えるものもいくつかあり、水資源開発がなされたとしても、本流ではなく支流で実施されたものが多い。鬼怒・小貝川流域では、既得農業水利権が件数、取水量ともに突出している。そのため新規都市用水需要は、全て新たな水資源開発を必要とした。それらの開発は、1980年代までは自流域内でなされていたが、1990年以降、自流域内では限界に達し、流域外での開発に依存するようになっている。

以上、本章では、那珂川流域と鬼怒・小貝川流域における河川水利用の定量的・空間的特性を、水利権に関するデータに基づいて分析してきた。

那珂川流域の河川水利用は、農業用が水利権の件数、総取水量ともに卓越している。しかしながら1件当たりの取水量は、相対的に少なく、支流も含めて、広範囲に分散している。大規模な特定水利権も本流ではなく、支流の上流域に新たな水源を求めている点に特色がある。水道・工業用の利用は、下流域の茨城県側を中心に比較的多くみられる。これらの中には1990年以降水利権が新たに取得されたものも含まれ、水戸市、ひたちなか市など下流域の都市における水需要増に対しても、自流域内で充足している。栃木県側の市町村では取水量こそ少ないものの、水道用水源を最寄りの支流の上流域に求めている事例もある。

鬼怒・小貝川流域の河川水利用においては、那珂川流域よりもさらに農業用

水が卓越し、総取水量で那珂川流域の約3倍に達する。これらの約90%が最大取水量 $1\text{ m}^3/\text{s}$ 以上の特定水利権によるものである。比較的取水量の小規模な特定水利権は大谷川に集中しているものの、その他はいずれも鬼怒川と小貝川の本流に設定されている。このように鬼怒・小貝川流域では既得農業水利権による取水量が特に多い反面、水道・工業用の水利権の件数は那珂川流域の約2分の1にすぎない。それらの大半は、大谷川をはじめとする上流域の支流河川に取水口を有し、河川自流水を水源としており、そのうえ取水量も少ない。中流域には川治ダムを水源とするものがあるのみで、下流域には自流域内に水源を有する水利権が存在しない。

那珂川流域と鬼怒・小貝川流域は、互いに隣接し面積的にもほぼ等しいにもかかわらず、河川水利用にみられる定量的・空間的特性は大きく異なっている。那珂川流域は、水需要が相対的に多くなく、支流単位の水需給関係が成立しており、本流への依存度が低く、水供給に余裕を持っている流域といえる。鬼怒・小貝川流域は、特に農業用の水需要がきわめて多く、本流への依存度が高く、都市用水源を流域外に頼るなど、水供給の逼迫した流域といえる。次章以下では、このように対照的な特性を有する両流域において、灌漑水利がそれぞれ具体的にどのような形態で、どのような体系によってなされているのかを事例研究を通して明らかにする。その際、既に明らかにした河川水利用にみられる定量的・空間的特性の差異を反映した事例を選定した。那珂川流域からは、比較的上流域に位置し受益面積も広く、支流河川の箒川から取水する西の原用水土地改良区連合の管轄区域を選定した。鬼怒・小貝川流域からは、本流に設けられた大規模な取水口と長大な用水路網によって広大な地域を灌漑している、鬼怒川南部土地改良区連合の管轄区域を選定した。

Ⅲ 那珂川流域の西の原地区における灌漑水利体系

本章では、那珂川支流の箒川から取水し、那珂川右岸の909 haの水田を灌漑している西の原用水土地改良区連合の管轄区域（本研究ではこれを西の原地区と呼ぶ）を事例に、用排水体系や用水利用形態と、その歴史の変遷について論じる。その際、西の原地区の用排水体系を大きく変化させたのが、1966年から1974年にかけて実施された栃木県営西の原用水改良事業であったことから、この事業の前後における用排水体系や用水利用形態を比較することとする。

1. 西の原地区における用水改良事業以前の用排水体系

西の原地区は、栃木県の旧小川町と旧烏山町にまたがる6つの土地改良区の受益区域から成る。栃木県農務部土地改良一課・西の原用水土地改良区連合編(1974)によると、この地域で最初に開田されたのが、現在の小川土地改良区の範囲であり、天保年間(1830~44年)に加賀や越中からの移住者によって小川用水が開削され、稲作が始まった。

現在の小川第一土地改良区の範囲にあたる権津川以北の地域の開墾は、1881(明治14)年から始まった。しかし当初は水利の便が悪く、水稻の収量は低かった。当時の「水路開墾測量ノ儀ニ付願」によると、この地域は「従来水利ニ乏シク」、そのため「疏水ノ工ヲ経ルニ非ザレバ到底水田ヲ得ル能ハズ」という状況であった(栃木県農務部土地改良一課・西の原用水土地改良区連合編, 1974)。そこで1888(明治21)年に水源を現在の大田原市福原地先に求め、約8 kmに及ぶ用水路を開削する計画が立てられ、1892(明治25)年に完成した。これが西の原用水である。

これら2つの用水路は、後述の栃木県営西の原用水改良事業が行われる1960年代後半まで、権津川以北の水田に対して、農業用水を供給していた。

1960年頃の西の原地区における用排水体系をみると(図6)、当時の西の原地区は、農業用水の水源別に4地域に区分できる。まず権津川以北の地域は、小川用水の灌漑地域と西の原用水の灌漑地域に分けられる。この地域は、地形的には、那珂川が形成した河岸段丘上に位置し、西の原用水が灌漑する西側の段丘面に対して、小川用水が灌漑する東側の段丘面が低くなっている。また北から南へも緩勾配で標高が低くなっている。したがって、両用水は、それぞれの灌漑地域の西端を北から南へ流下し、西から東へ延びる支線網によって自然流下式に農業用水を供給した。西の原用水灌漑地域における余排水の一部は、箒川あるいは小川用水へ流出し、小川用水灌漑地域の用水源となった。また西の原用水の残水は権津川へ流出していた。

権津川以南の地域は、権津川の表流水を水源とする地域と、山地斜面からの湧水あるいはため池を水源とする地域に分けることができる。権津川灌漑地域は、権津川に2か所設けられた小規模な取水口から用水を得ており、これらは慣行水利権に基づくものであった。一方、山麓に沿って南北方向に広がる地域は、那珂川の河床より標高が20から30 m高く、地域内に水源となりうる支流

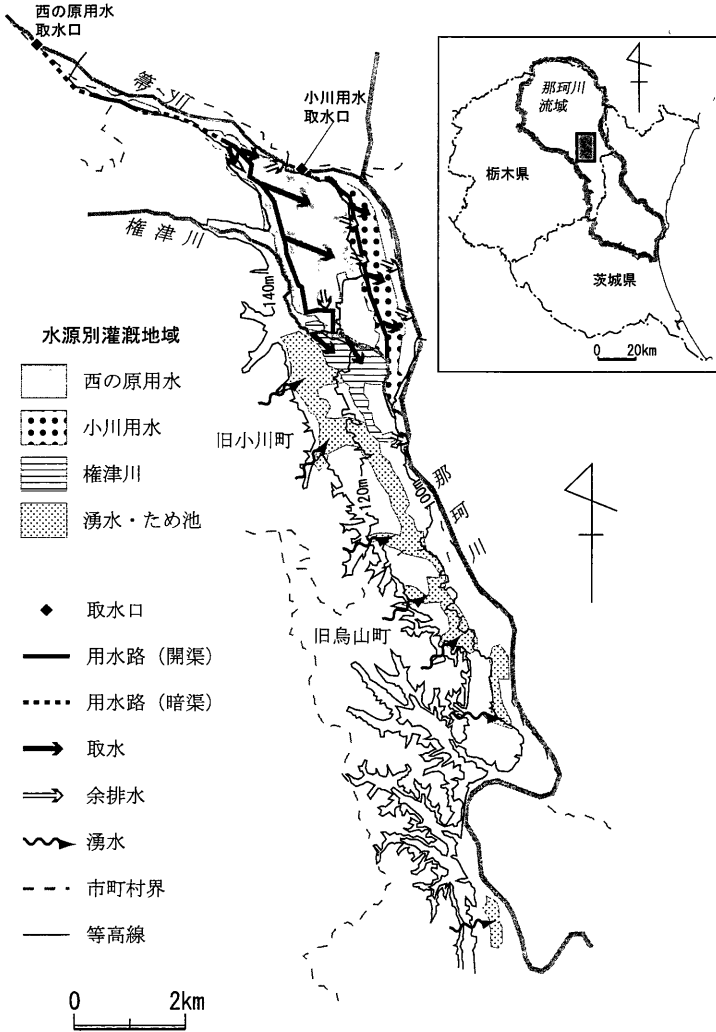


図6 西の原地区における用水改良事業以前の用排水体系（1960年頃）
西の原水土改良区連合の資料および聞き取り調査より作成。

河川も存在しないので、農業用水は山地斜面からの湧水と、降水や湧水を貯留した小規模なため池群を水源としていた。しかしながら、これらのため池群は、降水という自然現象に大きく依存している以上、貯水量が不安定であり、灌漑期に降雨量が不足すると深刻な水不足となり、早魃の被害を受けることが度々あった。また水源水量が少ないため、用排水を兼ねた土水路も浅く、幅が狭いものであり、逆に降雨量の多い時は周辺が浸水被害を受けた。このような水利事情の改善は、西の原地区における積年の課題であった。

2. 西の原地区における用水改良事業による用排水体系の変化

栃木県菅西の原用水改良事業は、老朽化が甚だしかった西の原、小川の両用水路の改良と、権津川以南の農業水利事情の改善を目的として、1953年に小川町と烏山町（当時）の間で初めて協議され、1963年には全体事業計画が完成し、1966年12月に着工された。この事業は1974年3月に竣工した。旧西の原用水取水口の位置に、新たに西の原頭首工が建設され、そこから18.9 km に及ぶ幹線用水路と旧小川用水への連絡用水路が整備された（図7）。

西の原頭首工の許可水利権は、4月1日から30日までが $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、5月1日から31日までが $3.451 \text{ m}^3/\text{s}$ 、6月1日から9月30日までが $4.410 \text{ m}^3/\text{s}$ 、そして非灌漑期の10月1日から3月31日までが $0.300 \text{ m}^3/\text{s}$ である。最大取水量の $4.410 \text{ m}^3/\text{s}$ は旧西の原用水の取水量 $3.300 \text{ m}^3/\text{s}$ に旧小川用水の取水量 $1.110 \text{ m}^3/\text{s}$ を加えたものである。そしてこの事業によって小川用水の取水口は廃止された。

幹線用水路のうち、西の原頭首工からの暗渠部と小川第一土地改良区内の開渠部は、かつての西の原用水路を拡幅・改修したものである。小川土地改良区内を流れる用水路も、既存の小川用水路を拡幅・改修したものであり、連絡用水路を通じて幹線用水路から分水されている。幹線用水路は権津川を逆サイフォンで横断した後、隧道の中を流れ、灌漑地域の末端に至っている。小川第二土地改良区ならびに烏山北部土地改良区の受益者は、隧道内に分水口を設け用水を引き入れている。権津川用水と小川町吉田の両土地改良区は、直接、幹線用水路から取水していないが、小川第一と小川第二の両土地改良区からの余排水を利用している（図7）。

前述の通り、西の原頭首工の最大取水量は、旧西の原用水と旧小川用水の取水量を加えたものであるが、受益区域は元の両用水のそれと比較して大幅に拡

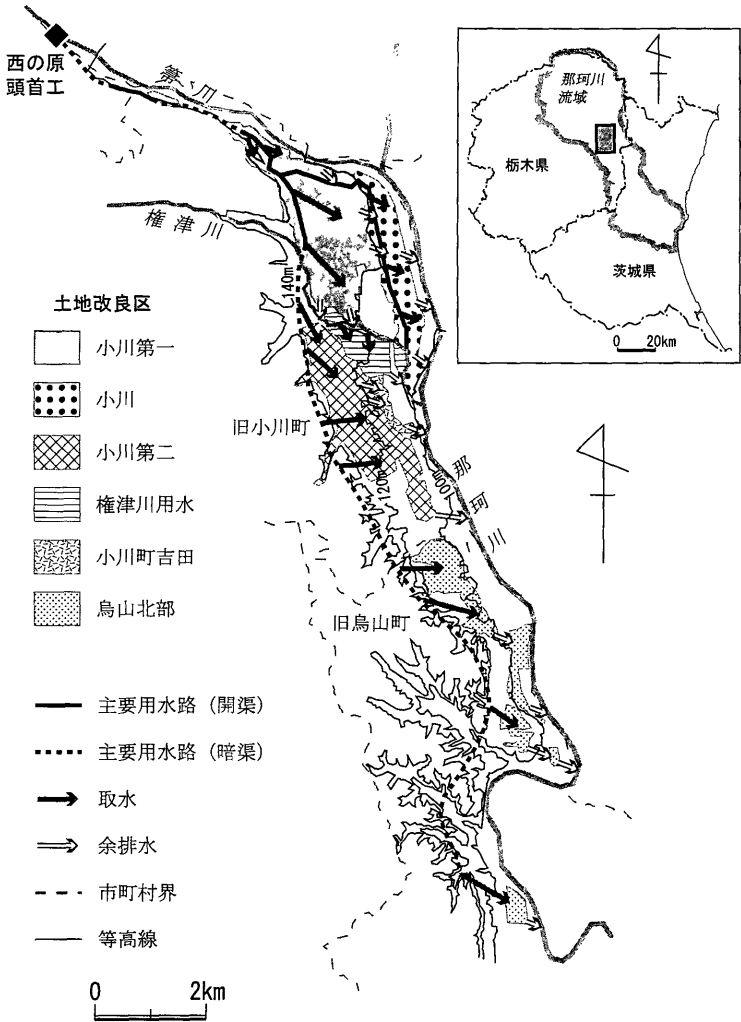


図7 西の原地区における土地改良区別受益区域と用排水体系 (2003年)
 栃木県南那須農業振興事務所および西の原用水土地改良区連合の資料より作成。

大し、権津川以南にも及び、ここに6つの土地改良区が組織されている。小川第二と烏山北部の両土地改良区では、従来の湧水・ため池灌漑が行われた状況と比較すると飛躍的に水利事情が改善され、この事業を契機に新規開田も活発になされた。取水量が同じであるにもかかわらず灌漑面積が大きくなった理由としては、用水改良事業によって、用水路からの漏水が少なくなったことと、より効率的に用水が利用できるようになったことが挙げられる。

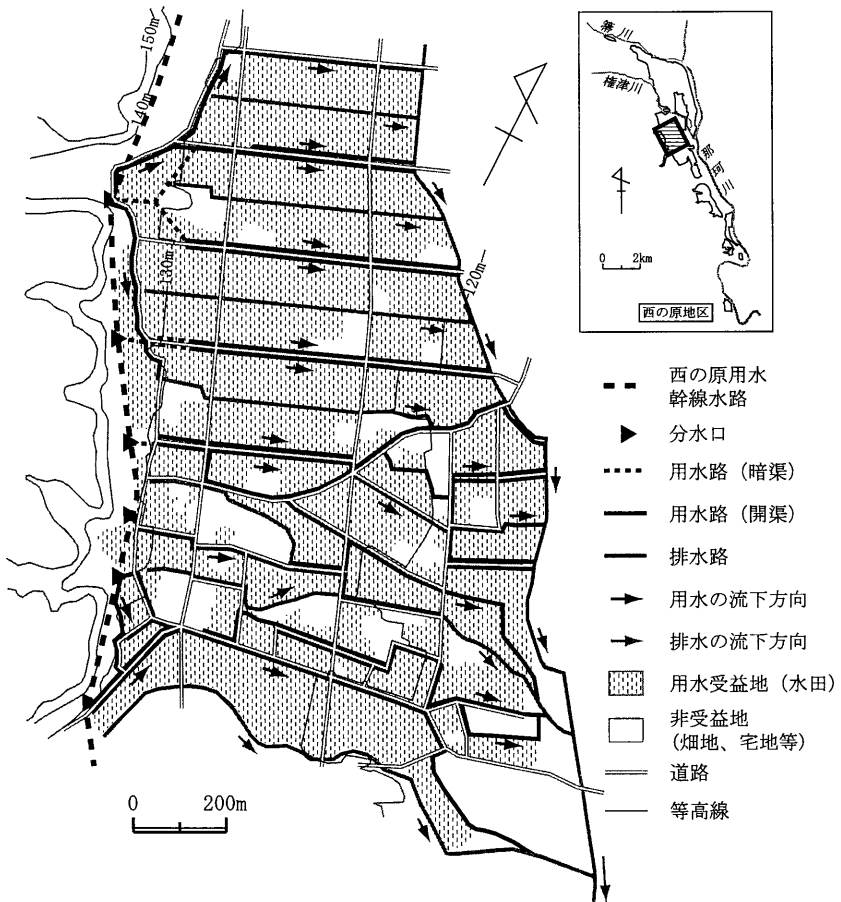


図8 旧小川町片平地区における用排水体系（2003年）
聞取り調査より作成。

図8は、用水改良事業によって新たに河川灌漑地域へ編入された、小川第二土地改良区内の片平地区における現在の用排水体系である。用水改良事業に加えて、1970から73年にかけて実施された圃場整備事業によって、現在では地区内の農地の大部分が水田となり、東西方向に延びる用水路とそれらに並行する排水路が整備されている。

片平地区には幹線用水路からの分水口が6か所設置されている。各用水路は隧道の中を流れる幹線用水路から分水され、およそ標高130 m付近で地表面に現れ、その後は開渠として東へ流下する。受益地西端の水田は用水路より標高が高いため、各分水口に併設された揚水機によって用水が供給される。余排水の反復利用は片平地区内では行われず、その余排水は、一部が小川町吉田土地改良区の水田を灌漑する以外は、全て那珂川へ流れ出る。

用水改良事業と圃場整備事業の完了後、片平地区の農家は用水不足を被ることが少なくなった。たとえ一時的に用水量が不足しても2、3日経過すると、十分な用水が供給されるようになる。そのため、湧水・ため池に依存していた頃と比較して、受益者の用水に対する不安は格段に解消された。

以上のことを要約すると、西の原地区では用水改良事業によって、それまで湧水やため池に用水を依存していた区域も河川灌漑地域へ編入された。それによって、より広大な範囲へ農業用水を安定的に供給できるようになった。これは、流域全体の水需要量が相対的に多くなく、支流域単位の水需給関係が成立している那珂川流域において可能であったといえる。

Ⅳ 鬼怒・小貝川流域の鬼怒川南部地区における灌漑水利体系

鬼怒・小貝川流域では農業用水利用が過密状態にあり、本流に設定された大規模な特定水利権によって大部分が満たされている。特に鬼怒川で実施された、鬼怒川中部地区、鬼怒中央地区、鬼怒川南部地区の3大国营農業水利事業は、いずれも従来からの複数の取水口を大規模な頭首工の建設によって合口することで、既存受益区域に対する農業用水を一括取水し、合理的に配分することによって節水しようとするものであった。これらの事業が施工された鬼怒・小貝川中・下流域一帯では、1608（慶長13）年の伊奈忠次による鬼怒川と小貝川の流路の分離と豊田谷原の開墾、寛永年間（1624～44年）の伊奈忠治による常陸

谷原の新田開発と農業用水整備、正保から明暦年間（1644～58年）にかけての山崎半蔵・奥平織部による市の堀用水の開削と新田開発などに代表される大規模な新田開発が実施されて以来、農業用水需要は大きい。しかし、急峻な山地帯から平坦な台地・低地への変換点にあたる鬼怒川中流では、河床に多量の土砂が堆積し、そのため、河道は広がり、その中を蛇行する流路は安定せず、流量の変動も大きかった。一方、下流では土砂流出と砂利採取による河床低下が生じていた。このような状況下で中・下流域においては、従来のような河川から自然流入によって取水する小規模な取水施設では、十分な用水量を確保するのが困難であった。国営事業以前における鬼怒・小貝川中・下流域の水利組織は、十分な用水量の確保が困難で、他の水利組織との水利調整をめぐる対立や紛争が絶えなかった（協阪ほか 1982）。3か所の国営農業水利事業はいずれも、こうした取水上の問題を解決し、既存農地に安定した用水供給を実現することを目的とした。本節では取水口が3事業で最も下流に位置し、受益面積が最大の鬼怒川南部地区農業水利事業の受益区域に着目して、農業水利体系とその時系列的変遷について述べる。

1. 鬼怒川南部地区における水利体系の変遷と現状

鬼怒川南部地区農業水利事業は1965年に着工され、1975年に竣工した。この事業の受益区域は、栃木・茨城両県にまたがる7つの土地改良区が管轄する9,428 haである（図9）。この事業以前は、それぞれの土地改良区が自然流入による小規模な取水口を有していた。鬼怒川には上流から順に勝瓜口、大井口、吉田用水、江連用水、伊讚美ヶ原記念揚水の各土地改良区の取水口が設けられており、田川には絹、結城用水の各土地改良区の取水口が存在し、各土地改良区はそれぞれ個別の用水路による水利体系を有していた。

上流の勝瓜口用水と大井口用水は、ともに16世紀に開削されたといわれている（農林水産省関東農政局利根川水系農業水利調査事務所編、1987）。勝瓜口用水の取水口は、現在の勝瓜頭首工とはほぼ同じ位置に設けられていた。大井口用水の取水口はそれより6 km 下流に位置していた。伊讚美ヶ原地区は1915（大正4）年に伊讚美ヶ原記念揚水耕地整理組合によって開田され、現在の受益区域の北端から鬼怒川の水を汲み上げていた。

田川を水源とした絹用水の受益区域では享保年間（1716～36年）に開田が進められた。結城用水は1180（治承4）年、結城城の堀へ引水するために開削さ

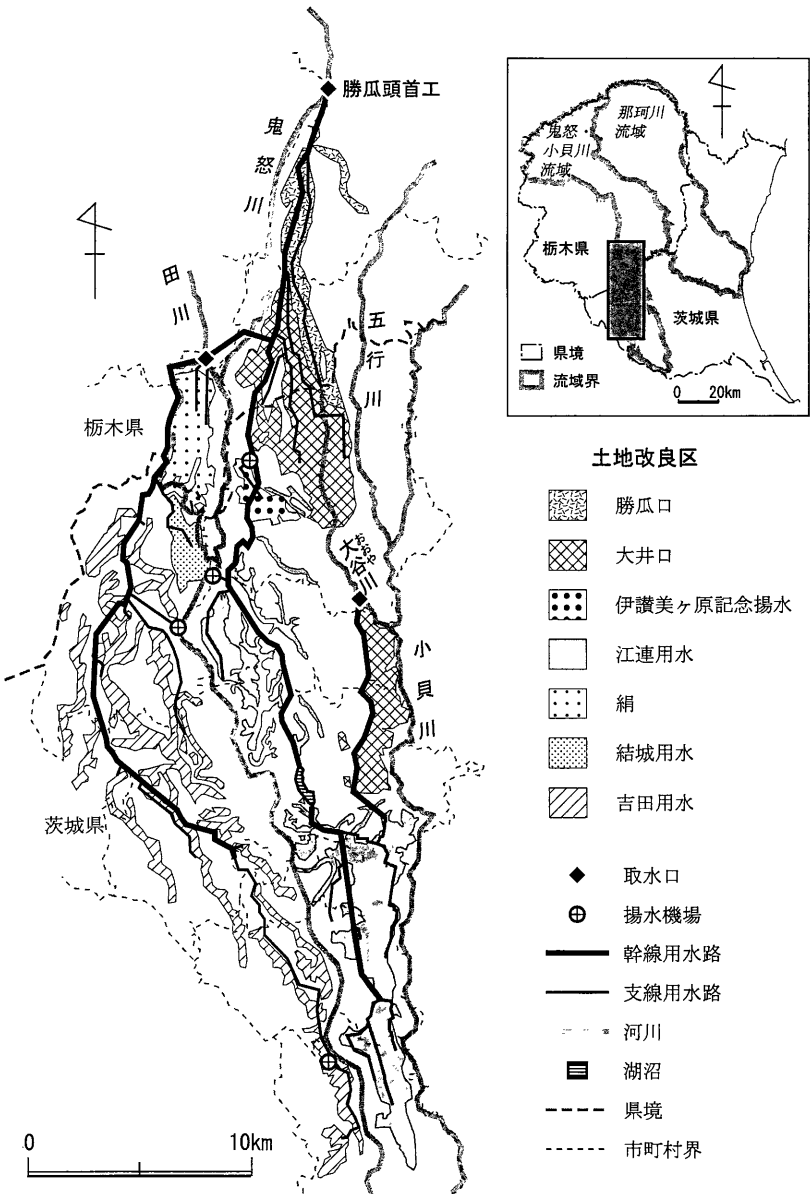


図9 鬼怒川南部土地改良区連合の受益区域と主要用水路（2003年）
鬼怒川南部土地改良区連合の資料より作成。

れ、同時に灌漑用水として利用されるようになった。

鬼怒川南部土地改良区連合を構成する7つの土地改良区の中で最も下流に位置し、受益面積も広い吉田用水と江連用水は、いずれも享保年間の沼地干拓、新田開発に伴い、その新田への用水源として開削された。吉田用水は猿島と結城の両郡にまたがる飯沼干拓による新田開発と並行して1725（享保10）年に完成した。江連用水は現在の下妻市に存在した江沼と砂沼、大宝沼の干拓と新田開発に伴い、その新田と周辺の水田へ用水を供給するために1726（享保11）年に開削された。吉田用水の取水口は、大井口用水の取水口より4 km 下流の二宮町吉田地先に、江連用水の取水口はさらに2.5 km 下流の二宮町上江連地先にあり、ともに伊讚美ヶ原地区の取水口より上流に位置していた。

1975年に竣工した鬼怒川南部地区農業水利事業によって、上記の7つの土地改良区の用水路は、真岡市勝瓜地先に建設された勝瓜頭首工を頂点とする幹線用水路網によって一元化された（図9）。勝瓜頭首工の許可水利権は、苗代期にあたる4月1日から30日が $1.82 \text{ m}^3/\text{s}$ 、代掻き期に相当する5月1日から31日が $16.94 \text{ m}^3/\text{s}$ 、普通灌漑期とよばれる6月1日から9月25日が $18.95 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、非灌漑期の9月26日から3月31日までは取水が認められていない。

当初の事業計画における最大取水時の用水配分について述べると、勝瓜頭首工で取り入れられた $18.95 \text{ m}^3/\text{s}$ の用水はまず、最上流の勝瓜口土地改良区で $3.37 \text{ m}^3/\text{s}$ の水量、大井口土地改良区で $5.58 \text{ m}^3/\text{s}$ の水量が使用される。その後二宮町大道泉で右岸幹線への $3.10 \text{ m}^3/\text{s}$ の水量と左岸幹線への $6.90 \text{ m}^3/\text{s}$ の水量が分岐される。右岸側の用水は田川取水口から $7.51 \text{ m}^3/\text{s}$ を取り入れ、それにカニ川、カッパ川の合流水 $1.00 \text{ m}^3/\text{s}$ を補給する。それらのうち絹土地改良区で $3.90 \text{ m}^3/\text{s}$ 、結城用水土地改良区で $1.16 \text{ m}^3/\text{s}$ が使用され、残りが吉田用水土地改良区で利用される。一方、左岸側の用水は伊讚美ヶ原記念揚水土地改良区で $1.87 \text{ m}^3/\text{s}$ を利用された後に、江連用水土地改良区へ送られる。また、大谷川は勝瓜口、大井口両土地改良区で利用された農業余排水が流入して形成された河川であり、旧下館市嘉家佐和地先に設けられた黒子頭首工で $3.00 \text{ m}^3/\text{s}$ が取水されている。そのうち、 $2.27 \text{ m}^3/\text{s}$ の水量が大井口土地改良区の小貝川沿岸地区で利用され、残り $0.73 \text{ m}^3/\text{s}$ の水量は江連用水土地改良区の受益区域へ流入している。その他、渇水等の緊急時に鬼怒川から一時的な取水を行うための揚水機場が3か所設置されている。

しかしながら、この当初の計画にしたがって配水されることは、実際にはほ

とどなく、結果として毎年春季の田植期と夏季の出穂期には水不足となる。従来、田植は5月中旬から6月中旬までの約1か月間に、上流側から下流側まで順次行われていたが、兼業化と農作業の機械化が進展したことにより、近年では田植期は4月下旬から5月上旬に集中するようになった。それは、鬼怒川南部地区だけではなく、より上流の鬼怒川中部地区や鬼怒中央地区でも同様である。したがって、最下流の鬼怒川南部地区の水利事情は最も悪くなる。

鬼怒川南部土地改良区連合内部では、受益区域内の幹線水路や各分水施設の用水配分を一元的に管理する集中監視制御装置が、国営事業によって整備されたが、稼動後間もなく故障し、それ以来現在まで費用が高額なことを理由に修理されていない。これが当初の計画に則した配水が実現されない一因である。そのため、水不足時には7つの土地改良区の理事が参集し、水利調整委員会が開かれる。会議においては、上流優先の慣行が残存するため上流側の受益者の発言力が強く、十分な調整は困難であり、結果として深刻な水不足を被るのは下流側の受益者である。

このような水不足問題は、国営事業竣工後にむしろ恒常化したといえる。つまり下流側の受益者にとって、国営事業による水利体系の一元化は、必ずしも水利事情の改善にはつながらなかったのである。そのため、鬼怒川南部地区最下流に位置し、受益面積も大きい吉田用水と江連用水の両土地改良区の受益区域内には、水不足時に地下水や農業排水を汲み上げるための簡易揚水機場が数多く設置されている。

図10は江連用水土地改良区における揚水機場の分布である。江連用水土地改良区の受益区域は、県営および団体営の圃場整備事業が実施された地区などを単位として18地区に分けられ、各地区内で維持管理委員会が組織されている。これが用排水施設の維持管理をしたり、地区間で水利調整を行ったりしている。図10はその地区ごとの揚水機場数である。それらは総計で197になるが、砂沼以南の地域に集中する傾向にあり、これは用水路の末端に近づくほど水利事情が悪いことを反映している。

黒子幹線水路末端の計画流入量は、先述のように $0.73 \text{ m}^3/\text{s}$ であるが、実際には毎年 0.10 から $0.40 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度の水量しか流入しない。それは黒子頭首工の取水量が不足しても、大井口土地改良区での使用量が制限されなかったりするなどの理由からである。一方、左岸幹線水路においても同様であり、砂沼へ流入する水量は計画水量よりも常に少ない。そのため、砂沼以南の地域では

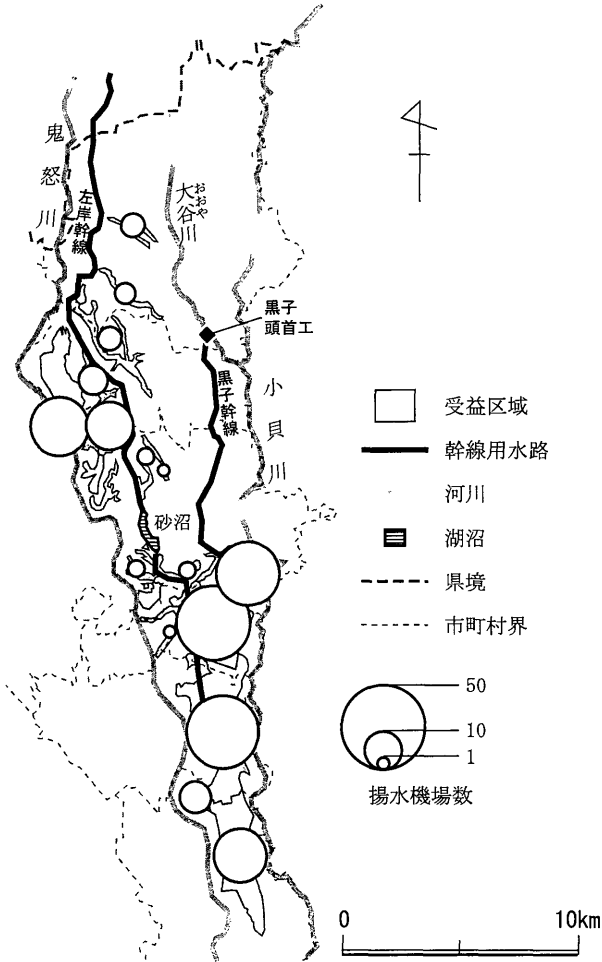


図10 江連用水土地改良区における地区別揚水機場数 (2003年)
江連用水土地改良区の資料より作成。

毎年4月下旬から5月上旬の田植期と、7月下旬から8月上旬の出穂期に、上流側と下流側とで1日おきの番水が実施される。このような番水制と地下水や排水を汲み上げる揚水機場の利用によって、砂沼以南の地域において最低限必要な用水量がようやく確保されている。

揚水機場の建設費用については、当該地区の受益者が60%、江連用水土地改

良区が40%を負担する。そしてそれらを稼働するための電力料については、全額を江連用土地改良区が負担している。揚水機場は水不足時の補給用として建設されたものであるため、水不足が生じなければ稼働しない。しかしながら、国営事業が竣工した1975年からの電力料の推移をみると、現在に至るまで一貫して増大しつづけている（図11）。この結果は、国営事業竣工後にむしろ、水

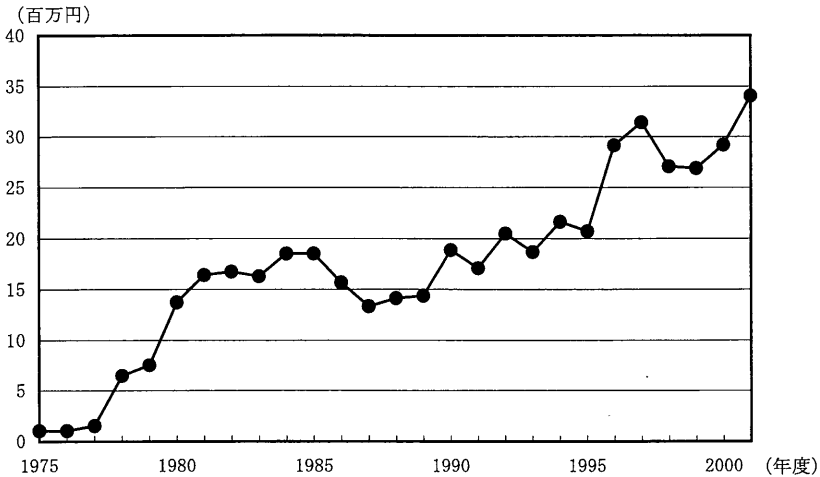


図11 江連用土地改良区における揚水機場電力料の推移
江連用土地改良区の資料より作成。

不足が深刻化し、揚水機場の新規建設が盛んになり、それが現在まで継続していることを表している。1984年には揚水機場数は101であったことから（久保田，1994），2003年までにはほぼ倍増したことになる。

2. 旧水海道市中三坂地区における水利事情

幹線用水路末端地域における水利事情を明らかにするために、旧水海道市中三坂地区における国営事業前後の用排水体系の変化を分析する。1960年頃の中三坂地区の水田は、江連用水路に設けられた3か所の分水口から延びる支線用水路によって灌漑されていた（図12）。江連用水は、受益地よりも標高が若干高いところを流れており、それぞれの支線用水路は、自然勾配を利用して用水を引き入れていた。中三坂地区は江連用水の灌漑地域の中では下流に位置するため、当時から水不足をきたすことがあった。とはいえ、現在ほど用水不足は

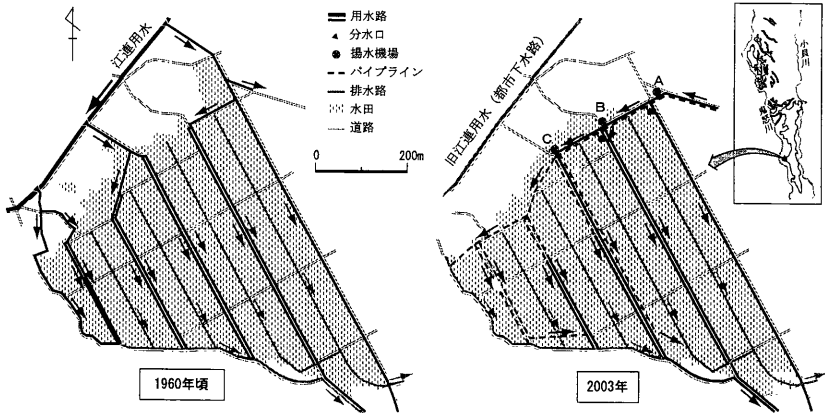


図12 旧水海道市中三坂地区における用排水体系の変遷
開取り調査より作成。

深刻ではなく、緊急の際の補給水源を必要とするほどの状況ではなかった。

1975年に竣工した国営事業と付帯県営事業によって従来の江連用水路は廃止され、新たな用水路が建設された(図12)。江連用水路は1987年から開始された排水整備事業によって、都市排水が流入する下水路となった。現在の用水路は、旧江連用水路と比較して標高が約1.5 m低い。しかも、中三坂地区より標高の低い東側から同地区へ流入してくる。このように用水路は逆勾配であるため、満水位の80%以上の水量が維持されていないと、自然流下によって全ての支線用水路へ用水が供給されない。国営事業竣工後数年間は十分な水量が維持されていたが、前節で述べたような上流側の受益区域での過剰取水が行われるようになると、水量は次第に減少し、自然流下による支線用水路への給水が不可能となった。

そこでまず1977年に図12のAとCの位置に、北東から南西へ流れる用水路から用水を汲み上げ、南東方向へ流れる支線用水路へ送水するための機場が設置された。これらについては江連用水土地改良区が30%、市が40%、受益者が30%負担して建設された。しかしこれらの機場は用水路の水量自体を増やすものではなく、水利事情はさほど改善されなかった。

その後1985年に同じくAとCの位置に、市が100%の費用負担をし、深さ60 mの深井戸が掘削された。同時に、地下1 mの位置を通るパイプライン網も整備された。深井戸から揚水された水は、用水路へ放流されるものとパイプ

ライン網へ供給されるものに分けられた。受益地の東側では、パイプラインは北東から南西方向の用水路沿いのみにつ造られ、パイプラインの水が南東方向の支線用水路へ放流された。受益地の西側は、標高が相対的に高く水利事情が悪かったので、南東方向の支線用水路沿いにもパイプラインが設置された。

パイプライン網の整備後も水利事情は依然として改善されなかったため、1999年には、新たに B の位置に、深さ約200 m の深井戸が掘られた。費用負担の割合は、江連用土地改良区が40%、市が20%、受益者が40%であった。B の井戸は、A、C の2井戸と比較して水量は潤沢であるが、毎年代掻き前の揚水開始日には、用水に砂が混入するため、その除去作業が必要である。江連用土地改良区がその費用の全額を負担している。揚水開始2日目からは清浄な用水が取水できる。

さらに2000年には、県営広域農道整備事業によって、C の揚水機場が道路用地にかかるため約4 m 西へ移動しなければならなくなった。これを契機に、茨城県と江連用土地改良区が費用負担し、深さ120 m の井戸を新たに掘削し、砂の混入を防ぐ濾過装置も整備した。

これら3か所の揚水機場は、当初は既存用水に対する補給水源として建設されたものであった。しかし現在ではむしろ、揚水機場とパイプラインによる灌漑の方が重要となり、毎年灌漑期間中は、3揚水機場が常時稼働し、水田に用水を供給している。西側の受益地では図12のように、既存の支線用水路が廃止され、パイプラインによる灌漑へ完全に移行している。

以上、鬼怒・小貝川流域では、広大な水田地帯へ効率的に用水を供給することを目的とした大規模な農業水利事業が実施された。頭首工の建設によって複数の取水口が合口され、新たな取水口から延びる長大な幹線用水路によって一元的に用水を供給する体系が形成された。しかしその結果、水利体系の末端に位置することとなった受益者は、恒常的な用水不足に直面するようになり、地下水や排水の反復利用といった表流水以外の水源への依存度をより高めることとなった。

V 結論

本研究はまず、那珂川流域と鬼怒・小貝川流域の河川水利用の定量的・空間的特性を、水利権に関するデータから解明した。その結果から、那珂川流域で

は、農業用水、都市用水ともに増加し続けているものの、現在のところ流域全体の需要量は相対的に多くなく、本流への依存度は依然として低く、支流単位での河川水需給体系が維持されていることが明らかとなった。一方、現在の鬼怒・小貝川流域では、鬼怒川本流の上流域に限られた水源地域が全流域に用水を供給し、支流は水源機能を持たない。したがって本流への依存度が非常に高く、流域全体の過大な需要量に対して、供給が逼迫していることが明らかになった。

次に、両流域からそれぞれ事例地域を選定し、灌漑水利体系とその形成過程を明らかにした。

那珂川流域では、1970年代から、上流域にダムが建設され始め、西の原地区では農業用水路の改良事業が進展した。その結果、農業用水の取水効率が向上し、灌漑地域の面積も増大し、それまで不安定な天水灌漑に頼っていた丘陵地の農地は、全て河川灌漑地域に編入され、水利事情が飛躍的に改善された。これは、流域全体の水需要量が相対的に多くなく、支流単位の水需給関係が成立している那珂川流域において可能であったといえる。

一方、鬼怒・小貝川流域では、既得農業水利権の取水量が非常に多く、流域全体としても従来から水需給が逼迫していたといえる。そのため1960から70年代にかけて、農業用水をより効率的、合理的に取水することを意図した大規模な農業水利事業が行われた。その結果、本流に設置された大規模な頭首工から流域の広大な水田地帯へ一括して用水を供給するシステムが形成された。しかしながら、これによってむしろ、鬼怒川南部地区の用水路の末端部では用水不足をきたすようになり、利水者は地下水や排水の併用を強いられるようになった。中三坂地区の一部水田のように、パイプラインによる地下水灌漑へ完全に移行した地域もみられ、受益者の経済的負担も増している。

ある地域がどのような灌漑水利体系を有するのかは、その地域が属する流域スケールでの河川水需給の定量的・空間的なバランスによって大きく規定される。したがって、ある土地改良区や、ある自治体における水利の問題は、その当該地域だけの問題ではなく、流域全体の問題として捉えられなければならない。

那珂川流域は、流域全体の水需要が相対的に多くなく、自流域内での安定した河川水利用を実現している。西の原地区の事例は水利事情が改善された成功例とみなせるであろう。しかし、用水路と排水路が明確に区分され、一度取水

された用水は、余排水の再利用などによって最大限に使用されることなく下流へと流出するようになった。また那珂川流域においては、近年の農地造成による新規水需要の発生が、ダム建設に直結しているという傾向もある。要するに那珂川流域では、水資源の効率的利用が重要視されることなく、新規水資源開発が進展していると指摘できる。今のところ大きな水利問題には発展していないものの、たとえ個別の地域として水資源が増強され水利事情が改善されたといっても、流域全体としての水需給バランスが維持されなければ、水利システムは破綻するであろう。

一方、農業用水需要がきわめて大きい鬼怒・小貝川流域では、大規模な農業用水合理化事業が行われたが、幹線用水路の末端に位置する地域では、水利事情がかえって悪化する結果となった。この原因として考えられるのが、上流の受益区域と下流の受益区域との間に慣行的に存在していた還元水の反復利用システムの消失である。鬼怒川南部地区に属する従来の7土地改良区は、それぞれ河川に独自の取水口を有していた。そして上流で取水された用水は上流側の水田を経て、もう一度同一河川へ還元水として流出していたはずである。それも含んだ河川水が下流でもう一度取水されることで、水需給の逼迫した流域であっても、灌漑水利のシステムがある程度維持されてきたのであろう。しかし合理化事業によって幹線用水路から取水されるようになった用水は、還元水として同一の用水路へ戻ってくることはない。したがって、たとえ上流側の受益者の取水量に変化がなくても、下流側が利用できる水量は自ずと減少することになる。

それに対して、用水不足が生じた末端地域において、新たな井戸の掘削やパイプラインの整備が行われた。しかし、問題が生じている当該地域における対応だけでなく、流域全体の水需給が逼迫している現状に鑑み、より広範な上流と下流の関係から原因を分析し、その対策を講じなければ根本的な解決策にはならない。

本研究は、流域というマクロスケールにおける河川水利用の定量的・空間的特性に関して、対照的な2つの流域を取り上げ、その中の事例地区における具体的な灌漑水利体系とその形成要因を比較考察した。農業用水や水道用水をはじめとする様々な用途に利用される河川水がその利水者へ常に安定的に供給されるための議論は、今後も一層重要視されるであろう。本研究は、その解決策を探るための1つのアプローチを提示したといえる。

謝辞

本論文の執筆に際しましては、筑波大学生命環境科学研究科の田林明教授からは終始ご指導・ご鞭撻を賜りました。国土交通省ならびに栃木県、茨城県などの関係各所の皆様からは、河川水利用に関する様々なデータを提供していただきました。西の原用水土地改良区連合事務局ならびに旧小川町片平地区の農家の方々、鬼怒川南部土地改良区連合事務局、江連用水土地改良区事務局ならびに旧水海道市中三坂地区の農家の方々には、聞き取り調査に快く応じてくださり、多くの資料提供を賜りました。末筆ながら以上の方々に、記して深く感謝の意を表します。

引用文献

- 秋山道雄 1980. 高梁川水系における水利問題と水利秩序の変革. 地理学評論53: 679-698.
- 秋山道雄 1988. 水利研究の課題と展望. 人文地理40: 424-448.
- 伊藤達也 1987. 木曾川流域における水利構造の変容と水資源問題. 人文地理39: 319-340.
- 伊藤達也 1989. 大都市近郊土地改良区における水管理構造と水利用形態の変化—木曾川下流, 宮田用水土地改良区を事例に—. 経済地理学年報35: 23-46.
- 大熊孝 1981. 『利根川治水の変遷と水害』東京大学出版会.
- 太田正 1999. 統合的水管理のランドデザイナー—利排水(上下水道)事業からのアプローチ—. 地域経済19: 65-87.
- 久保田治夫 1994. 『江連用水史』江連用水土地改良区.
- 五味武臣 1983 a. 中小河川灌漑地域における農業水利秩序の地理学的研究(その1). 金沢地理1: 2-10.
- 五味武臣 1983 b. 中小河川灌漑地域における農業水利秩序の地理学的研究(その2). 金沢地理2: 35-49.
- 五味武臣 1984. 中小河川灌漑地域における農業水利秩序の地理学的研究(その3). 金沢地理3: 33-53.
- 志村博康 1982. 『現代水利論』東京大学出版会.
- 白井義彦 1979. 芦田川水系における水利転用. 兵庫教育大学研究報告1: 15-28.
- 白井義彦 1987. 都市化と水利組織の対応. 白井義彦『水利開発と地域対応』145-198. 大明堂.
- 新沢嘉芽統 1955. 『農業水利論』東京大学出版会.
- 新沢嘉芽統 1962. 『河川水利調整論』岩波書店.

- 新沢嘉芽統・岡本雅美 1985. 『利根川の水利』岩波書店.
- 高木正博 1987. 大利根用水地域における都市化と農業水利. 駒沢地理23 : 1 - 14.
- 田林明 1981. 北陸地方における農業水利の空間構造. 地理学評論54 : 295 - 316.
- 田林明 1982. 北陸地方における農業水利の空間構造の形成過程. 人文地理学研究 6 : 1 - 28.
- 栃木県農務部土地改良一課・西の原用水土地改良区連合編 1974. 『西の原用水』栃木県農務部土地改良一課・西の原用水土地改良区連合.
- 農林水産省関東農政局利根川水系農業水利調査事務所編 1987. 『利根川水系農業水利誌』社団法人農業土木学会.
- 原秀禎 1984. 日本における農業水利研究—その地理学的アプローチ—. 立命館文学 463・464・465 : 69 - 127.
- 南埜猛 1995. 都市化地域における農業水路の利用と管理—広島市川内地区を事例として—. 人文地理47 : 113 - 130.
- 森滝健一郎 1966. 河川水利秩序の諸類型. 地理学評論39 : 757 - 786.
- 山崎憲治 1985. 中川流域, 葛西用水路における農業用水合理化事業と農民の対応. 経済地理学年報31 : 24 - 43.
- 脇阪銃三・角田政明・北尾輝夫 1982. 鬼怒川水系における水利調整と水利組織について. 水と土48 : 21 - 31.

(酪農学園大学環境システム学部講師 博士(理学))