

阿武隈川における水・エネルギー・食糧の需給分布の推定*

福島大学 共生システム理工学類 神田 徹

福島大学 共生システム理工学類 菅野理恵

福島大学 共生システム理工学類 横尾善之

1. はじめに

日本では水不足を日常的に感じることはまれであるが現在でも、世界人口の5分の1は安全な飲料水へのアクセスがない。無理のない条件で十分な量の安全な飲料水を得ることができていないということである。世界の水問題は今、世界の至るところで深刻化している。今後、人口増加や経済発展などにより世界の水需給がさらに厳しさを増すと考えられる。沖(2007)が指摘するように、水資源問題を考えるにはエネルギー、食糧との三位一体で考えることが大切になる。これら3つはいずれもが世界中に遍在しているが、それぞれがそれぞれを補い合っている現在の生活が成立している。例えば、水は水力発電でエネルギーを生み、食糧を生産するときにも使用される。エネルギーは海水を淡水化することによって淡水を生み、また食糧を生産するときにも使用される。食糧はバイオ燃料という形でエネルギーを生み、また仮想水というかたちで他国の水資源を補っている。このように、水・エネルギー・食糧は相互に補完し合っている存在であり、三位一体であると捉える必要がある。それらを一体評価し、水・食糧・エネルギーの需給分布や地域特性を把握しておくことは、国や地域の安全保障上、重要な問題であると同時にその地域の総合生産力を測る指標となり、また新しい水資源評価へとつながると考えられる。そこで本研究では阿武隈川本川流域を対象として、水・エネルギー・食糧の需給状況を調べ、それらを三位一体で評価する方法を提案し、阿武隈川流域における水・エネルギー・食糧の需給分布の把握を目指す。

2. 方法

2.1 対象流域

本研究では阿武隈川を対象流域(図-1)としている。阿武隈川は流域面積5400km²、流路延長239kmの東北では最上川に次ぐ長さの1級河川である。福島県西郷村の旭岳を源として福島県と宮城県をまたがり宮城県の岩沼市と亶理町の境で太平洋に注ぐ。途中で五百川、荒川、摺上川、白石川などの支流が合流する。水利用のために三春ダム、摺上川ダム、七ヶ宿ダムから取水され、その水が各市町村へ入っていき利用される。源から河口にまで郡山、福島・伊達、角田などの市町村を通る。本研究ではその中から白河、須賀川、郡山、福島・伊達、角田を対象市町村とした。

2.2 水・エネルギー・食糧の需給状況の評価方法

阿武隈川の本川に沿った地域ごとに水・エネルギー・食糧の収

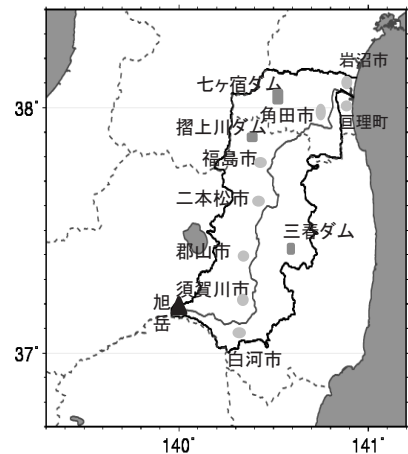


図-1 阿武隈川流域概要図

* Estimating spatial distributions of supplies and demands of water, food and energy in the Abukuma river watershed by Toru Kanda, Rie Kanno and Yoshiyuki Yokoo

支をそれぞれ調べた。水は市町村では生活や工業、または農業などで使用されている。また降水や蒸発散によって流域の水がは増加したり減少したりしている。それらの水量すべてを把握することは難しいことである。そのため水については河川の流量を利用して調査した。観測所で観測された年間流量を下流の量から上流の量で差し引き、その値をその間の市町村が生み出した水と捉え水収支として計算した(図-2)。エネルギーについては水に関係する水力発電に限定して調べた。水力発電所の発電量を調べ、国民平均電気消費量を差し引いて、エネルギー収支を出した。食糧については日本人の主食である米を対象として調査した。生産量からエネルギーと同様に国民平均消費量を差し引き、米収支を出した。なお生産量は東北農政局のデータから取得した。

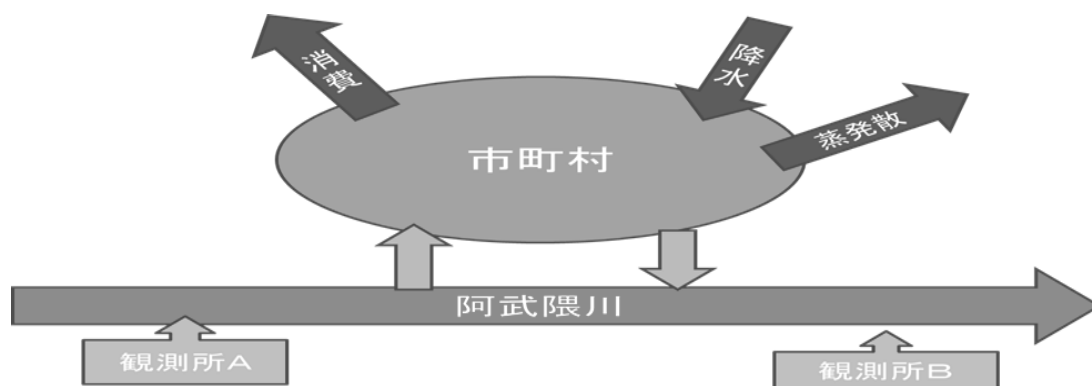


図-2 本研究における水収支の考え方

2.3 水・エネルギー・食糧の需給状況の三位一体評価方法

水・エネルギー・食糧を三位一体で評価するために、水力発電の水消費原単位、米の水消費原単位をそれぞれの収支にかけてそれらを電力収支、米収支の水換算量とした。消費原単位とは単位当たりの発電、米生産に使用される単位水量のことである。つまり本研究では発電、米生産に使用された総水量を利用して三位一体として評価する。水力発電に使用される水量は水力発電所によって異なる。発電をするときの有効落差が発電所によって異なるからである。そこで水力発電の水消費原単位は水力発電所の発電量に対する使用水量の平均をだしてそれを利用した。米の水消費原単位は東京大学の沖グループが推定したもの(3600m³/t)を利用した。それら水収支と合わせることで三位一体での評価を行った。

3. 結果

3.1 水収支

水収支は年間の河川流量そのものをあらわす。上流よりも中流・下流のほうが流量が大きく郡山から9×10⁶m³/yをこえている。しかし福島・伊達のところで低くなり5×10⁸m³/yにも満たない流量まで小さくなる。そして角田でまたあがって角田では9.9×10⁸m³/yになる。上流より下流のほうが大きいのは下流へいくにつれて支流が合流するためと考えられる。福島・伊達で小さいのは福島市に摺上川ダムがあり、そこから市町村に水が入っていくことと関係がある可能性がある。最も低いのは須賀川で3.4×10⁸m³/yであり、最も高いのは二本松で1.1×10⁹m³/yである。須賀川と二本松との差は7.6×10⁸m³/yである。

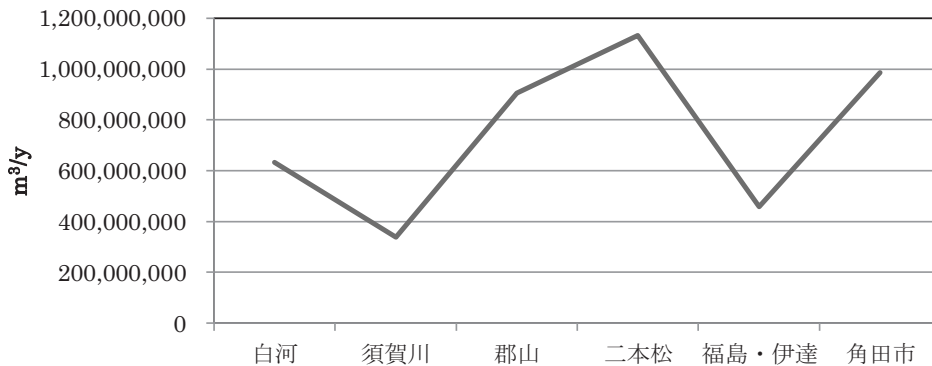


図-3 水収支グラフ

3.2 エネルギー

発電量を見ると上流で低く下流で高い結果になっている。特に福島・伊達が他の地域よりも圧倒的に高くなる。それは福島市に水力発電所が偏っていると捉えることができる。発電量が最も低いのは須賀川でその量は $2.2 \times 10^6 \text{ kWh/y}$ である。消費量は人口が多い郡山、福島・伊達で大きくなり郡山では $2.7 \times 10^9 \text{ kWh/y}$ 、福島・伊達では $2.6 \times 10^9 \text{ kWh/y}$ となる。また郡山や福島では市街地が他の地域より発展しているためそのぶん電力も消費していると予想される。このため、エネルギー消費量で国民使用量以外の要素を加えると、さらに大きくなると考えられる。収支は消費量の多い郡山と福島で大きなマイナスになった。その値は郡山では $-2.6 \times 10^9 \text{ kWh/y}$ 、福島で $-2.0 \times 10^9 \text{ kWh/y}$ である。なおこの場合、消費量の中に原子力や風力など水力以外のエネルギー源も含まれて、全ての地域でマイナスになるため消費量も水力に限定する方法でも調査した。消費量に日本の電力構成における水力の割合（8%）をかけて水力源電力消費量として計算をした。その場合収支は上流ではマイナスのままだが下流でプラスになる結果となった。最も低いのは消費量が多い郡山で $-9.2 \times 10^7 \text{ kWh/y}$ 、最も高いのは消費量が多いが発電量も他の地域より多い福島・伊達で $4.0 \times 10^8 \text{ kWh/y}$ である。郡山と福島・伊達の収支の差は $4.9 \times 10^8 \text{ kWh/y}$ になる。

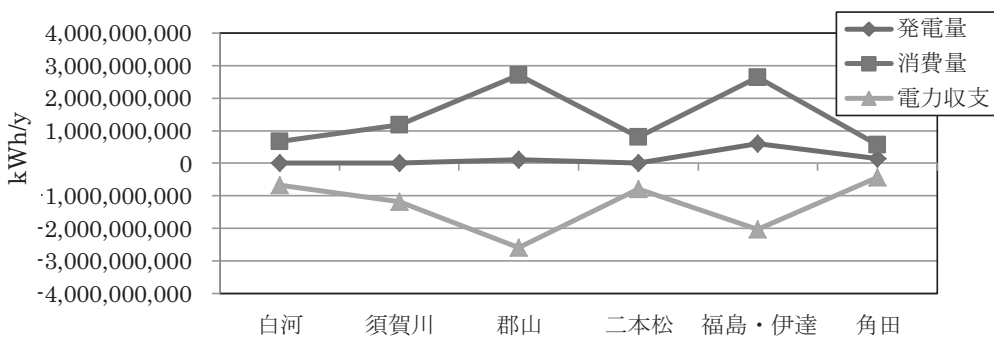


図-4 エネルギー収支グラフ

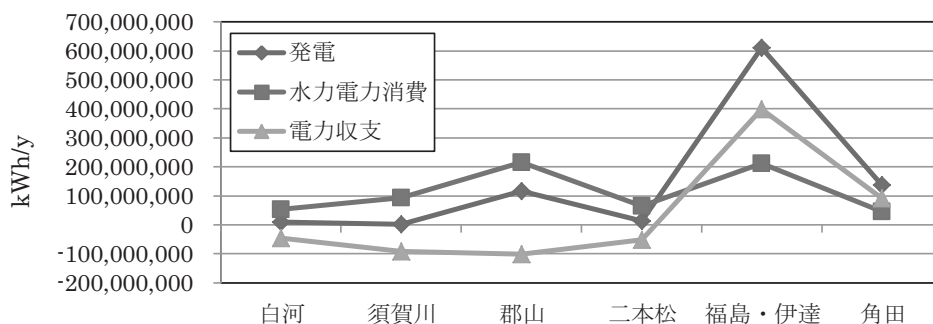


図-5 水力エネルギー収支グラフ

3.3 食糧

食糧（米）の収穫量は中流である二本松が最も大きく $9.4 \times 10^4 \text{ty}$ であり最も低いのは福島・伊達であり $1.8 \times 10^4 \text{ty}$ である。消費量は人口が多い郡山と福島・伊達で大きく郡山では $1.9 \times 10^4 \text{ty}$ 、福島・伊達で $1.9 \times 10^4 \text{ty}$ である。収支はほとんどのところでプラスであるが福島・伊達だけ消費量に比べて収穫量が少ないことからマイナスになる結果となった。これは福島・伊達の農業課題としてあげられる。また収穫が多く消費量もさほどない二本松が最も大きく収支は $8.8 \times 10^4 \text{ty}$ である。

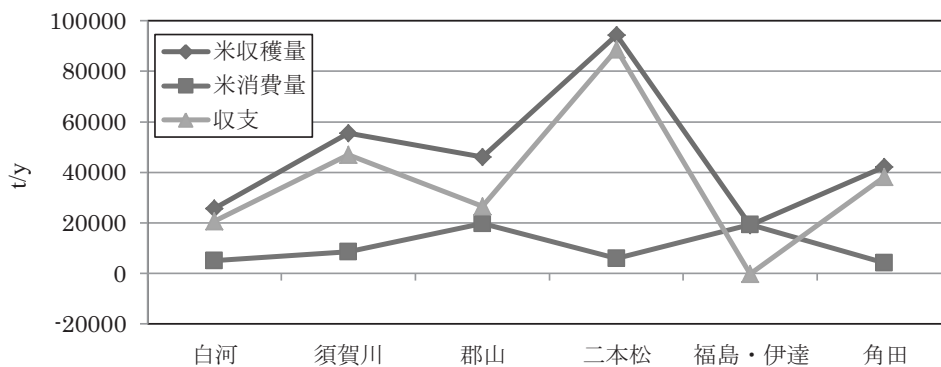


図-6 食糧収支グラフ

3.4 水・エネルギー・食糧収支の三位一体評価

水・エネルギー・食糧の各収支を足し合わせて全体収支として各収支とともに図に示した。なおエネルギー収支は消費量を水力源電力消費に限定した場合を選んだ。全体として上流よりも下流のほうがプラスになっている。また、須賀川、郡山ではマイナスとなり最も低いのは須賀川で $-4.1 \times 10^8 \text{m}^3/\text{y}$ となる。最も高いのは福島・伊達で $4.4 \times 10^9 \text{m}^3/\text{y}$ である。また全体収支が電力収支と似たような形になることから電力収支が全体的に大きな影響を与えているといえる。また電力収支が全体的に大きな影響を与えずること、水力発電は水を使用したとしてもそれは消費されるわけではなく、また水として利用できることを考慮して、電力収支を抜かし水収支と食糧収支の二つだけを考慮した収支もだした。そうすると三位一体収支で最も大きかった福島・

伊達が最も低くなりその値は $4.6 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{y}$ となる結果となった。それはつまり福島・伊達は発電では他の地域より秀でているが水生産、食糧生産では他の地域よりも劣っていることをあらわす。また図-8では上流よりも中流・下流のほうが大きく、水収支、米収支ともに大きい二本松が最も大きくなりその値は $1.5 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{y}$ である。またこの場合、すべての市町村でプラスになった。なお三位一体収支は市町村の総合生産量をはかることに有効であり、図-8の収支は水資源量をはかることに有効であると考えられる。つまり総合生産量では福島・伊達が高いが、エネルギーを考慮しない水資源量としては福島・伊達は高くなく二本松が高いことを意味する。

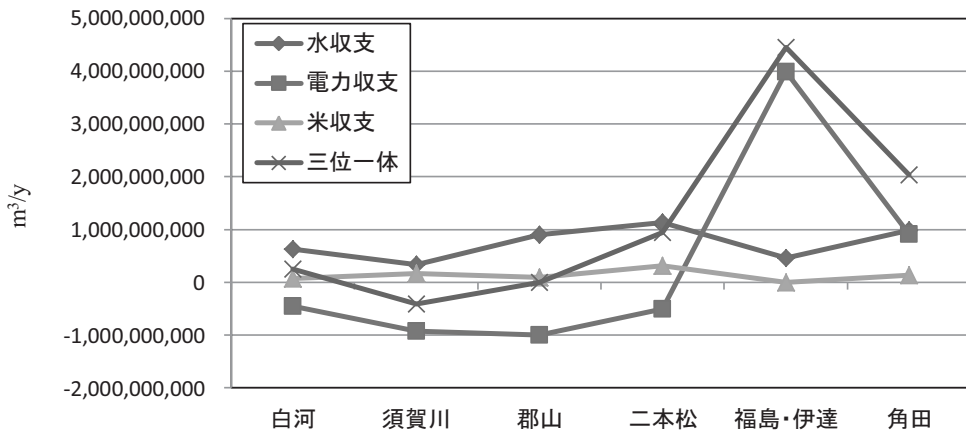


図-7 三位一体収支グラフ

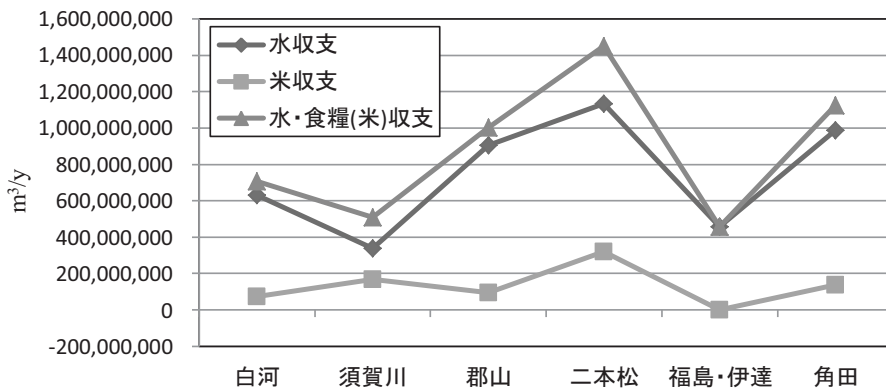


図-8 水・食糧(米)収支グラフ

4. まとめ

本研究は阿武隈川本川流域を対象として水・エネルギー・食糧の需給状況を調べ、それらを三位一体で評価する方法を提案し、阿武隈川本川流域における水・エネルギー・食糧の需給分布の把握を目的とした。得られた結果を以下に示す。

- ① 水収支では上流よりも下流のほうが大きくなる。しかし福島・伊達だけが例外で上流と同じくらい小さくなる。

- ② エネルギー収支は水力源電力に限定した場合上流ではマイナス、下流ではプラスになる。それは発電所が下流に多く、特に福島市にたくさんあるからである。
- ③ 食糧収支は二本松が他の地域より大きく、福島・伊達だけが唯一マイナスとなる。
- ④ 三位一体収支ではエネルギー収支が全体的に大きな影響をあたえる。そのため収支が上流で小さく下流で大きくなる。つまり総合生産力は下流で高く福島・伊達で最も高くなる。そしてエネルギー収支を考慮しない二位一体収支では福島・伊達が最も低くなり二本松が最も大きくなる。
- ⑤ 三位一体の評価は生活に必要な水・エネルギー・食糧の総合生産力を市町村ごとにはかることに有効である。それは水資源を考えるうえで新しい指標となる。これを使い河川の総合生産力の流れをはかることができ、また他河川との比較に用いることができる。そこから町づくり計画の指標としても利用することができる。

また本研究ではエネルギーを水力に限定したり食糧を米に限定したりなど要素が少なかったこと、また支流を除き本川だけで調査した点が課題としてあげられる。今後、水力以外のエネルギーを考慮したり、米以外の食糧を加えること、そして支流も調査してみる必要がある。また水収支を河川の流量を利用して調査したが、これは市町村の水の増減を把握することが難しいからである。その水の増減をできる限り正確に把握することができればそちらのほうがよりきめ細かい収支をだすことができる可能性がある。また水・エネルギー・食糧を一体評価するときに水の体積の単位 (m^3/y) に換算して評価したが、他の方法がないか検討してみる必要がある。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金(岩手研究B, 21760381) および東京大学総括プロジェクト気候「水の知」(サントリー) 総括寄付講座との共同研究の成果の一部である。本研究で利用した水文データは国土交通省の水文水質データベースから取得したものである。ここに謝意を記す。

参考文献

沖大幹 (2007), 世界を襲う水危機, 週刊エコノミスト, 10/2 月号, pp.22-25.