

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 田中 幸夫

世界人口の増加が続く中で水不足ならびに水を巡る争いは世界的な問題となっており、複数の国家によって共有される国際河川は、水戦争の火種として懸念されている。本論文で対象とするティグリス・ユーフラテス川流域は、世界に約 260 存在する国際河川の中でも水を巡る争いが最も深刻とされており、上流国(トルコ)の過剰取水に対し下流国(シリア・イラク)が抗議するという状況が続いている。流域国間の協調を阻害する要因の一つが、各国の水需要や水消費量に関する科学的データの欠如であり、各国の主張する水利権の乖離を招いている。本論文は、ティグリス・ユーフラテス川流域の最流末国であるイラクについて、水利用（蒸発散量）と土地利用（灌漑作付面積）の実態を明らかにし、流域国間協調実現のための要件を検討したものである。

序論(第 1 章)に続き、第 2 章ではティグリス・ユーフラテス川流域の地理、気候、流量などの自然条件、および各流域国による水利用の概況について説明した。

第 3 章では衛星リモートセンシングデータを用い、イラクの灌漑作付面積の推定を行った。撮影頻度が高いが低分解能である NOAA/AVHRR 画像から得た植生指数によりピクセルごとの植生被覆率を求める推定式を決定した。その際、撮影頻度は低いが高分解能が高い Landsat TM の土地被覆分類画像の 2000 年の画像分類を真値とみなして、NOAA/AVHRR の同時期の画像と比較することで推定式の係数を決定した。対象地は乾燥地のため、植生被覆は灌漑農地であると仮定した。また、植生指数としては土壌タイプ別の反射特性を含んだ TSAVI (Baret et al.;2002) を用いた。求めた推定式によって 1992 年と 1999 年の作付面積を推定して同年の Landsat TM による土地被覆分類画像と比較して検証したところ、良好な検証結果であった。1982 年から 2000 年までの各年について作付面積を算出したところ、平均で 110 万 ha となり、FAO や USDA の公表する統計値 (281 万 ha と 269 万 ha) の半分以下となった。FAO や USDA の値は観測値ではなく現地政府の報告値に基づいているため、本研究の推定値の方が信憑性が高いと考えられる。また、季別に分析した結果、春季の作付面積は灌漑に加えて天水にも依存していると予想された。

第 4 章では、イラクの灌漑農地からの蒸発散量を推定するために、イラク全体の水収支を分析した。分析に必要な河川流量データはイラク水資源省の公開するものを用い、降雨データは全球グリッドデータを用いた。流域への流入は河川水と降雨および蒸発散のみで乾燥地のため非灌漑地においては降雨量と蒸発散量がつりあっていると仮定し、域内貯留量変化を無視しての年間水収支を計算した結果、流域への流入要素としてはティグリス・ユーフラテス川およびその支流からの河川流入が 97% を占め、流出要素としては蒸発散量が 67% を占めた。また、この総蒸発散量を第 3 章で得られた灌漑作付面積で除した値

の平均値は 8690mm/年となり、対象地の可能蒸発散量の約 5 倍の値となった。これよりイラクでは灌漑作付面積の少なくとも 5 倍の面積で大きな蒸発散が灌漑に伴って生じていることが明らかになった。

第 5 章では、第 3 章、第 4 章より得られた結果および FAO の公表する食糧生産統計を用いて、対象地の灌漑作付面積および食糧生産量の決定要因を分析した。灌漑作付面積は、対象地の主要水源である河川流量とは相関を示さず( $R^2=0.06$ )、むしろ降雨との間に相関が見られた( $R^2=0.42$ )。この結果より、対象地において播種後の出芽、苗立ちを同時期の降雨量が左右している可能性、そして生産の現場において作付面積を決定する判断材料として降雨情報を用いている可能性が予想された。また、食糧生産量はいずれの要素とも相関性を示さなかった。しかし、対象地では越年貯留が発生していると考えられるため、年間蒸発散量に上限値を設定して蒸発散量を再計算したところ、蒸発散量と食糧生産量の相関は向上した( $R^2=0.48$ )。

第 6 章では既往文献および報道記事などの資料に基づき、ティグリス・ユーフラテス川を巡る流域国間紛争の概況を整理した上で、第 3 章から第 5 章までで得られた結果も踏まえ、流域国間協調実現のための要件を検討した。水収支分析によりイラクの灌漑農業に伴い農地外で発生する蒸発散量が大きく多量の水が無駄になっており、水利施設の改善および灌漑管理方法の改善により水需要は大幅に抑制が可能であることが明らかになったが、流域国間の水を巡る交渉において水利用効率改善のための技術的対策が議論されることはなく、各国の取水量増加のみが主張されてきた。水利用の技術的対策が流域国間で検討されない要因として、流域国間の不信がある。本論文では流域国間の不信を解消し相互依存関係を強化するプロセスとして、水以外の争点とのセットで協調を推進する「イシューのパッケージ化」という考え方に着目した。そして、対象流域において水問題とのパッケージ化の可能性があるイシューとしてエネルギー、貿易、クルド人問題の 3 点について分析し、それぞれのイシューにおいて流域国間の信頼関係、相互依存関係が強化される傾向にあることを確認した。

以上、本論文は、現地調査が困難であるイラクの土地利用を衛星画像の解析により求め、またイラク全体の蒸発散量を推定し、同時にその結果を流域国間紛争という社会・政治問題に当てはめ、解決策を総合的に考察したものである。その取り組みと得られた結果はオリジナリティが高く、今後の国際河川紛争を管理する上で重要なものである。よって審査委員一同は本論文を博士（農学）の学位に値するものと認めた。