

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 31 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2011

課題番号：22760367

研究課題名（和文）人為的な影響の大きい中央アジア・アラル海流域における水資源データベースの構築研究課題名

（英文）Development of Water Resource Database Including Human Activity in the Aral Sea Basin

研究代表者

甲山 治 (Kozan Osamu)

京都大学 東南アジア研究所 准教授

研究者番号：70402089

研究成果の概要（和文）：

本研究では、中央アジア・アラル海流域における水資源分布の把握に向けて、人間活動が与えている影響の評価を行った。まずは水文陸面過程モデルおよび流出モデルに、衛星解析と現地調査から得られた水利用情報を反映させることで、アラル海流域における人間活動を含んだ陸面水文動態を把握した。研究成果を元に、アラル海流域水資源データベースを作成した。

研究成果の概要（英文）：

In this study, we evaluated the impact of human activities toward the understanding of the water resources distribution in the Aral Sea Basin, Central Asia. The water use information which were obtained from satellite analysis and field survey was applied to the land surface and runoff models to understand the dynamics of land surface water. Based on the result, the Water Resource Database including Human Activity is developed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：土木工学

科研費の分科・細目：水工水理学，水文学

キーワード：中央アジア，アラル海，農地灌漑，塩害

1. 研究開始当初の背景

中央アジア・アラル海流域は 1960 年代以降、水資源を大規模農地灌漑に集中的に利用してきた地域であり、その結果アラル海の縮小や農地塩害、析出塩類による健康被害などが報告されている。ウズベキスタンおよびカザ

フスタン共和国にまたがるアラル海は 1960 年代には 68,000k m²もの水表面積を有する世界第 4 位の湖であった。しかし、アラル海に流入する河川すなわちアムダリアとシルダリアにおける大量の灌漑用水利用によって、1960 年代からアラル海は大規模な縮小に転

じ、2000年には19,000k m³にまで縮小してしまっただけで、さらには1991年のソビエト連邦（以下ソ連邦）崩壊によって流域各共和国が独立し、以前はソ連邦中央政府主導で行われていた流域河川の総合的管理が機能せず事態の悪化を促進している。

1991年の中央アジア各国の独立以降、まず流域各国は旧ソ連邦時代の協力関係の再構築を試みたがことごとく不調に終わったことから、2000年頃から各国が独自の政策をとるようになった。例えば上流国のキルギスとタジキスタンでは、保有する大規模ダムを用いた水力発電を行いつつ、世界銀行やロシアの資金援助を受けて新たな発電用ダムの建設を計画している。一方下流国のウズベキスタンとカザフスタンでは、上流国が発電用に放流した水を制御できるように Koksarai 調整池（総貯水容量 30 億 m³）および複数の中規模ダムを建設している。農業にも影響が出ており、ウズベキスタンでは 2008 年には水資源需要を抑えるため水田面積を大幅に削減し、主要な外貨獲得源である綿花栽培面積も抑制するに至っている。このように現在は流域の新秩序が形成される過程であるといえるが、変遷中の水資源管理が流域環境に及ぼす影響評価は不十分である。

2. 研究の目的

8 年間の独自調査によって、シルダリア流域およびその周辺のキジルクム砂漠の研究を行っている現地研究者のコミュニティを取りまとめることに成功した。そこで本研究では、アムダリア・シルダリア流域の中下流に位置するウズベキスタンを中心として現地機関と協力して水利用調査を行い、さらに衛星解析を組み合わせることで面的な水利用状況を推定する。そしてアラル海流域に水文陸面過程モデルとセル分布型流出モデルに適用することで水動態の把握し、流域各地における利用可能な水資源量の推定を行う。泥炭湿地の土地開発では、土壌中の水ならびに有機物管理が最も重要である。さらには生物多様性の確保もまた重要な視点となる。このためには水・熱循環だけでなく、広大な地域における資源管理および環境管理のための統合的なモニタリングシステムや技術開発が必要である。

具体的に本研究では以下の 4 段階の手法により対象流域の水資源推定手法を開発し、流域管理者および一般住民にも役立つよう、それらをデータベースと水資源マップ（印刷物）の形で提示する。

1. 現地調査と衛星解析を用いた土地被覆分類ならびに水利用の把握
2. 人間活動の影響を含んだ陸面水文

動態の解析

3. 流域各地における利用可能な水資源量の推定
4. 水資源データベースと水資源マップの作成

3. 研究の方法

陸面過程モデルを用いて水文陸面状態量を推定し、次に流出モデルを用いて河川流量を算出する。それらをもとに、中央アジアにおける人間活動が流域に及ぼす影響を定量的に評価する。そして解析結果を GIS 上に統合した中央アジア水資源データベースを構築する。

まず衛星解析を用いて、土地被覆を作成する。さらには陸面過程モデルを単体（オフライン）で実行し 1991 年以降現在まで約 20 年間の水収支計算を行う。モデル実行に必要な気象メッシュデータは、JRA25 や ECMWF 等の全球再解析データと世界気象資料の日データをもとに、必要に応じて流域に 25 地点程度存在する気象データをウズベク水文気象研究所から購入することで、空間解像度 8km の毎時気象メッシュデータを作成する。土地被覆のうち特に農耕地においては作物生育時期を衛星解析から推定し、作物毎の灌漑ルールを現地調査および文献から推定してモデルに適用する。

基本となるモデルは、SiBUC（水・熱収支と斜面流出過程から数 km 四方の土壌水分・平均流出等を算定する陸面過程モデル）を用い、対象流域における陸面水文過程の再現と把握を試みる。このモデルは申請者により 1998 年の中国淮河における詳細な水利用を含んだ水・熱収支推定に用いられ、様々な農耕地を含む地表面水文動態を適切に再現できることが確認されている。さらに同モデルは申請者の研究グループによって、第 2 期全球土壌水分プロジェクト (GSWP2) 提供の全球 1 度グリッド全球水収支計算にも適用され、灌漑用水量や土壌水分等の検証が様々な流域で行われている。

陸面過程モデルを 20 年間実行して得られた水・熱収支の推定結果を、セル分布型流出モデルを与えて河川流量を算出する。それらは流域各地に 371 地点存在する河川流量データを用いて水収支を検証するほか、現地調査で得られた情報を加えて相互に比較・検討することで、より高い精度の陸面水文動態の推定法を構築した。

4. 研究成果

本研究では、国際的水管理政策の重要性が高い中央アジア・アラル海流域における水資源分布の把握に向けて、ダム建設や農地灌漑

などの人間活動が与えている影響の評価を行った。まずは水文陸面過程モデルおよび流出モデルに、衛星解析と現地調査から得られた水利用情報を反映させることで、アラル海流域における人間活動を含んだ陸面水文動態を把握した。

中央アジア・アラル海流域は 1960 年代以降、水資源を大規模農地灌漑に集中的に利用してきた地域であり、その結果アラル海の縮小や農地塩害、析出塩類による健康被害などが報告されている。本研究で重要な点としては、人間活動が流域水循環に与える影響を出来る限り定量的に評価したことである。人間活動は水循環を構成する要素のうち唯一能動的に意思決定できるものであり、それが長期間作用したときに生じる因果関係を知ることが今後の水資源計画において非常に有益である。

本研究の最終成果物となるアラル海流域水資源データベースは、流域各国の合意に基づく統合的な流域管理に向けて、流域の把握に必要な情報を整備し大陸スケールの視野で俯瞰する有力なツールとして使用していきたい。つまり本研究課題は学術的意義のみならず、将来日本の貢献が期待される中央アジアにおける水資源開発技術援助への情報提供という意味においても、社会的意義が大きいといえる。またアラル海流域における問題は、世界各地の水利用・水管理を考える上で重要なモデルケースとなりうる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

1. Yasuyuki Kono and Osamu Kozan, "Caring for the Geosphere and Active Adaptation : Water and Agriculture in the Tropics", Proceedings of the Final International Conference December 4-6, 2011, pp. 47-62. 査読無

2. 甲山治, 2011. 「モンスーンアジアにおける水田と大気・水循環」『シーダー4号 水はめぐる—水田がつなぐ知恵— 昭和堂 (2011/03)』, p44-53. 査読有

[学会発表] (計 3 件)

1. Kono and Osamu Kozan. "Caring for the Geosphere and Active Adaptation : Water and Agriculture in the Tropics", The Final International Conference December 4-6, 2011
2. Osamu Kozan, "Effects of human activities on Hydro-meteorological cycle in SEA", Proceeding of the CAPAS-CSEAS Workshop for Young Scholars of Southeast Asian Area Studies -EXPLORING FRONTIERS OF SOUTHEAST ASIAN AREA STUDIES: ASIAN PERSPECTIVES-, 8 pages, August 9-11, 2011
3. Osamu Kozan, "Hydro-meteorological Cycle in Asian Monsoon Region and Indonesia", 7th Kyoto University Southeast Asian Forum, Hasanuddin University January 8-9, 2011

[図書] (計 2 件)

1. 甲山治「第 1 章 地球圏からみた熱帯—気候システムを中心に」『講座生存基盤論第 2 巻 地球圏・生命圏の潜在力——熱帯地域社会の生存基盤』・柳澤 雅之・河野 泰之・甲山 治・神崎 護 (編), 2012 年 3 月, 363pages
2. 甲山治「第 4 章 地球圏の駆動力としての熱帯」『地球圏・生命圏・人間圏：持続的生存基盤とは何か』杉原薫・川井秀一・河野泰之・田辺明生 (編), 2010 年 3 月, pp. 129-152

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

甲山 治 (Kozan Osamu)

京都大学 東南アジア研究所 准教授

研究者番号：70402089