

平成 21 年 6 月 10 日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18405002  
 研究課題名（和文） 中央ユーラシア乾燥域における近年の水文環境の変容と  
 人間活動影響評価  
 研究課題名（英文） Recent Hydrological Change and Evaluation of Human Activities  
 under Development in Arid Regions of Central Eurasia  
 研究代表者 窪田 順平（KUBOTA JUMPEI）  
 総合地球環境学研究所・研究部・准教授  
 研究者番号 90195503

## 研究成果の概要：

中央ユーラシア乾燥域のうち、中国側の新疆ウイグル自治区のタリム河では、1950 年代以降、新規灌漑農地開発が進行した。この際新たに開発された農地は、従来は塩分濃度が高いなどの理由により放棄されていた土地などであったため、除塩のために灌漑水が通常よりも多く必要とされるなど水の利用が助長され、タリム川を形成する主要な三つの河川、ヤルカンド川（本流）、アクス川、ホータン川のいずれもが、その流出量が 1950 年代から 1990 年代にかけて約 60%程度まで減少し、下流部での深刻な水不足、灌漑農地の放棄や河畔林の衰退などを招いたことが明らかになった。同様な農業開発の水文環境への影響は、天山山脈北側のジュンガル地域、さらに西方のカザフスタンをはじめとする中央アジア地域でも起こったが、カザフスタンなど旧ソ連邦諸国は、ソ連邦の崩壊という政治・経済的な打撃によって、逆に環境への負荷が一時的に減少する結果となった。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2007 年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
2008 年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
年度			
年度			
総計	13,100,000	3,930,000	17,030,000

## 研究分野：農学

科研費の分科・細目：環境動態解析

キーワード：乾燥地域、灌漑農地、農業開発、水資源負荷、水循環、河川流量

## 1. 研究開始当初の背景

中国から中央アジア諸国にかけてユーラシア中央部に広がる地域でも、大規模な灌漑農地の開発が行われた。これらの大規模灌漑農地の開発は、食料や綿花など農産物の増産に寄与したものの、様々な環境問題が生じている。一方で温暖化による気候変動も進行しており、社会的な背景も含めた総合的な研究が必要とされている。

## 2. 研究の目的

温暖化を含む気候変動と農業開発などの人間活動による過去 20 年間の水文環境の変容を明らかにするとともに、その原因となった社会科学的な側面も含めて明らかにすることを目的とする。

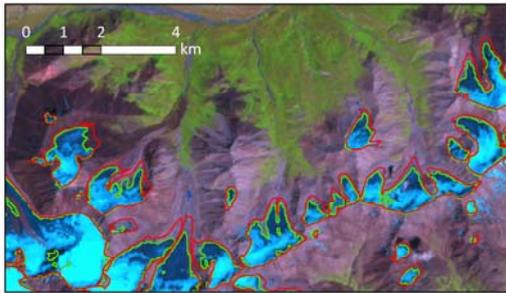
## 3. 研究の方法

本研究では、中国新疆ウイグル自治区タリ

ム河流域を中心に、カザフスタン・イリ河流域など中央ユーラシア乾燥地域の河川流域において、降水過程、氷河過程、河川流出過程、地下水流出過程、灌漑等による地表面からの蒸発過程など水資源変動にかかわる個々の過程に関して、その近年の変遷を定量的に解明し、変動要因を明らかにする。さらにそれら自然科学的知見とともに、人間による水利用の影響に関して、水利用計画と利用の実態、水不足の現状などの調査を合わせて実施し、人間活動の影響を明らかにする。

#### 4. 研究成果

(1) 衛星画像 (コロナ、Landsat) および気象データなどを用いて、近年の氷河変動の解析を行った。その結果、天山山脈北麓氷河では、1971-1999 年の間 12% から 21%、面積が減少しており、天山山脈ではもっとも氷河の縮小が激しい地域であることが明らかになった。



(2) タリム河を形成する主要な三つの河川、ヤルカンド河、アクス河、ホータン河の流量観測資料を収集・分析した。その結果、各河川の源流部からの流量は、過去 40 年間程度年々変動はあるものの、ほぼ一定の流量であった。

(3) ヤルカンド河、アクス河、ホータン河の各河川とも、山麓扇状地にあるオアシス地域において新たな灌漑農地を開く農業開発が進行し、そのための灌漑取水量が大きく増大した。灌漑農地の面積は過去 40 年間で約 2 倍となった。これら新規開拓農地は、古くからの農地に比べ塩分濃度が高いなど条件が悪く、その除塩のために必要な水量が、灌漑水の増加に関係していると考えられる。

(4) こうした山麓オアシス地域での灌漑用水の利用が増大した結果、3つの河川の合流下流側の観測点におけるタリム河の流量は、1950年代から1990年代にかけて約60%程度まで減少し、下流側での深刻な水不足を招いた。その影響は、農地の荒廃やそれによる砂漠化、河畔林植生の衰退など広範囲に及んだ。

(5) カザフスタンにあるイリ河流域では特に1960年以降、農地開発が進行した。またイリ河本流に1971年に灌漑、発電を目的と

したカプチャガイダムが作られ、支流においても主として灌漑を目的としたダムが作られた。カプチャガイダムの影響は、ダムの貯水が満水になるまでの流量の減少として現れたほか、その後は水面蒸発量によって大きく流域の水収支に影響を与えた。

(6) カザフスタン側での開発は1987年のソ連邦崩壊まで農地の増大をもたらした。ソ連邦崩壊にともなう急激な市場経済への移行によって、かつて国によって維持されていた灌漑施設等の整備、運営が不可能となり、多くの放棄農地が発生した。この結果、農地開発にともなう蒸発損失の増大に歯止めがかかることになった。

#### 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 10 件)

- ① Matsuyama, H, Long-term Variation of Precipitation around Lake Balkhash in Central Asia from the End of the 19th Century. SOLA (Scientific Online Letters on the Atmosphere), 5, 73-76, 2009. (査読有)
- ② Sakai A, Fujita K, Nakawo M, Yao T. , Simplification of heat balance calculation and its application to the glacier runoff from the July 1st Glacier in northwest China since the 1930s. Hydrological Processes, 23(4), 585-596, 2009. (査読有)
- ③ Sugimori Y, Funakawa S, Pachikin KM, Ishida N and Kosaki T, Soil salinity dynamics in irrigated fields and its effects on paddy-based rotation systems in southern Kazakhstan. Land Degradation and Development, 19(3): 305-320, 2008. (査読有)
- ④ Kadono A, Funakawa S and Kosaki, T, Factors controlling mineralization of soil organic matter in Eurasian steppe area. Soil Biology and Biochemistry, 40(4), 947-955, 2008. (査読有)
- ⑤ T. Akiyama, A. Sakai, Y. Yamazaki, G. Wang, K. Fujita, M. Nakawo, J. Kubota and Y. Konagaya: Surfacewater-groundwater interaction in the Heihe River basin, Northwestern China. Bulletin of Glaciological Research, Vol. 24, 87-94, 2007. (査読有)

- ⑥ Genxu Wang, Jingqi Liu, Jumpei Kubota and Ling Chen: Effects of land-use changes on hydrological processes in the middle basin of the Heihe River, northwest China. *Hydrological Processes*, 21, 1370-1382, 2007. (査読有)
- ⑦ Funakawa S and T. Kosaki, Potential risk of soil salinization in different regions of Central Asia with special reference to salt reserve in deep layers of soils. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 53:634-649, 2007. (査読有)
- ⑧ Funakawa S, R. Suzuki, S. Kanaya, E. Karbozova-Salnikov and T. Kosaki, Distribution patterns of soluble salts and gypsum in soils under large-scale irrigation agriculture in Central Asia. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 53:150-161, 2007. (査読有)
- ⑨ Narama, C., Kondo, R., Tsukamoto, S., Kajiura, T., Ormukov, C., and Abdrakhmatov, K., OSL dating of glacial deposits during the Last Glacial in the Terskey-Alatoo Range, Kyrgyz Republic, *Quaternary Geochronology*, 4, 249-254, 2007. (査読有)
- ⑩ Sakai A, Fujita K, Duan K, Pu J, Nakawo M, Yao T, Five decades of shrinkage of the July 1st Glacier, Qilian Mountains, China. *Journal of Glaciology*, 52(176), 11-16. 2006. (査読有)

[学会発表] (計 5 件)

- ① Narama, C. Timing of glacier expansion during the Last Glacial in the Tien Shan mountains. Pamis-Germany 80<sup>th</sup> symposium, Auguts21, Tashkent, Uzbekistan, 2008.
- ② Fujita, K.: Effect of precipitation seasonality on glacier mass balance. International Union of Geodesy and Geophysics, Perugia, Italy, Jul 2007.
- ③ Fujita, K.: Ice core, tree ring and human lives. Dirty, but Warm: Energy and Environment in Slavic Eurasia and Its Neighborhood, Sapporo, Japan, Jul 2007.
- ④ Kubota, J., Impacts of Human Activities

on the Hydrological Cycle in the Heihe River Basin, Western China, the International Workshop "Research on Population, Resources and Environment in Xinjiang", Beijing, China. August, 2006.

- ⑤ Kubota, J.: Global change and its impact on humans and nature, the regional workshop on "Assessment of Snow-Glacier and Water Resources in Central Asia", Almaty, Kazakhstan, November, 2006.

[図書] (計 2 件)

- ① 窪田順平: 遊牧社会が生んだ「移動」の知恵、総合地球環境学研究所編『地球の処方箋—環境問題の根源に迫る』、6-9、211pp、(株)昭和堂、2008.
- ② 窪田順平: 黒河流域の自然と水利用、中尾正義・フフバートル・小長谷有紀編『中国辺境地域の50年—黒河流域の人々からみた現代史』、17-40、210pp、東方書店、2007.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

窪田 順平 (KUBOTA JUMPEI)

総合地球環境学研究所・研究部・准教授

研究者番号 90195503

(2) 研究分担者

奈良間 千之 (NARAMA CHIYUKI)

総合地球環境学研究所・研究部・プロジェクト研究員

研究者番号 50462205

研究者番号 50462205

(3) 連携研究者

松山 洋 (MATSUYAMA HIROSHI)

首都大学東京・都市環境科学研究科・准教授  
研究者番号 50264586

藤田 耕史 (FUJITA KOJI)  
名古屋大学・環境学研究科・准教授  
研究者番号 80303593

辻村 真貴 (TSUJIMURA MAKI)  
筑波大学・生命環境科学研究科・准教授  
研究者番号 10273301

谷田貝 亜紀代 (YATAGAI AKIYO)  
総合地球環境学研究所・研究部・助教  
研究者番号 60353447

吉川 賢 (YOSHIKAWA KEN)  
岡山大学・環境学研究科・教授  
研究者番号 50166922

中尾 正義 (NAKAWO MASAYOSHI)  
人間文化研究機構・理事  
研究者番号 90142695

舟川 晋也 (FUNAKAWA SHINYA)  
京都大学・農学研究科・教授  
研究者番号 20244577

森本 幸裕 (MORIMOTO YUKIHIRO)  
京都大学・農学研究科・教授  
研究者番号 40141501

夏原 由博 (NATSUHARA YOSHIHIRO)  
京都大学・地球環境学堂・教授  
研究者番号 20270762