

中国三江平原における農業活動が溶存鉄フラックスに及ぼす影響の評価 Evaluation of agricultural activity impacts on dissolved iron flux in the Sanjiang Plain, China

大西健夫*・楊宗興**・閻百興***・川東正幸****

Takeo Onishi, Muneoki Yoh, Baixing Yan, Masayuki Kawahigashi

1. はじめに

アムール川流域の低平地に形成されている湿地からは、フルボ酸などの腐植物質と錯体を形成した高い濃度の溶存鉄が生産される。アムール川を通して輸送されるこの溶存鉄は、オホーツク海を經由して北部北太平洋における漁獲を支える一次生産量に寄与していることが近年の研究から明らかになってきた (Nakatsuka et al., 2008)。しかし、近年のアムール川流域における大規模な農地開発により、湿地の農地転換にともない溶存鉄フラックスが減少する可能性が示唆されている。そこで、溶存鉄の生成プロセスを組み込んだ水文モデルを構築し、中国三江平原における溶存鉄フラックスの減少量推定を試みたので、その結果を報告する。他方で、土壌水と比べても高い溶存鉄濃度をもつ地下水の揚水により地表面に大量の鉄が供給され、農地で生成される溶存鉄フラックスが逆に増加する可能性も示唆されており、あわせてその推定も試みたので、ここに報告する。

2. 対象地の概要

対象地は、中国三江平原である (図 1)。三江平原は、アムール川、松花江、ウスリー川の三川が合流する低平地一帯に広がる面積約 11 万 km² の氾濫原と段丘からなる平野である。年降水量および年平均気温はそれぞれ 536mm, 4.0°C である。1930 年代までは大部分が湿原であったが、満州国および中国政府の政策による農業開発により相次いで畑地に転換されていった。

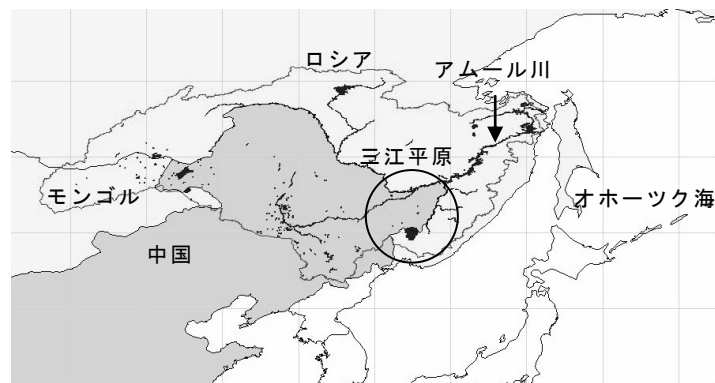


図 1 アムール川流域および三江平原の概要
Outline of the Amur river and the Sanjiang Plain

現在は湿地の占める面積は、1930 年代の 12% から 6% にまで減少している。また、1990 年代の後半には畑地から水田への転換がなされ、多量の灌漑水が地下水によって供給されることで、約 50cm/year といった急激な地下水位低下が見られ、問題となりつつある。

3. 数値シミュレーションによる評価法

アムール川流域全域を対象とした準分布型的水文モデルを構築した。モデルでは流域を 0.5° グリッドに分割しグリッドごとに TOPMODEL を用いた流出計算を行った後に、河道追跡を行うことで河川流出量を算定する構造となっている。また、各グリッドにおける溶存鉄生成量は、地形指標 $a/\tan\beta$ と土壌の飽和度を用いて算出するアルゴリズムとなっている。モデルのバリデーションは、本流沿いの 3 地点の流量と 2 地点の溶存鉄濃度を用いて行った。構築したモデルを用いて 1930 年代および 2000 年の土地利用のもとでの溶存鉄フラッ

*総合地球環境学研究所(Research Institute for Humanity and Nature)

**東京農工大学(Tokyo University of Agriculture and Technology)

***中国科学院東北地理農業研究所(Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences)

****日本大学(Nihon University)

キーワード：溶存鉄，水田，湿原

クスを算定し、その減少量を検討した。次に、水田への地下水灌漑量および溶存鉄フラックスを、農家への聞き取りによる農事暦と水管理方法から算出することにより、地下水灌漑による鉄フラックスの増加量を推定した。なお、気象データに APHRODITE (Yatagai et al., 2008) および NCEP/NCAR 再解析データ II, 土壌の飽和透水係数と最大保水容量に ISLSCP2 データ, 標高データに SRTM データ, 河川流路データに TRIP, などをを用いた。

4. 結果

図 2 に、土地利用の変化にともなうアムール川流域の主要な河川と三江平原における溶存鉄フラックスの減少量を推定した結果を示す。湿原の農地化によって、三江平原から流出する溶存鉄フラックスは約 0.2×10^{10} g/year 減少していると推定された。これは、アムール川全体での溶存鉄フラックスの減少量に対して 10% 程度であり、無視できない量と言える。次に、図 3 に地下水の揚水にともなう水田からの溶存鉄フラックス増加量の推定結果を示す。地下水に含まれる鉄のうち水田の土壌に吸着せずに粒子状鉄あるいは溶存鉄として存在する割合を変化させて (100%, 90%, 70%, 50%), 数パターンでの計算を行った。灌漑水として地下水を用いない場合に比べて、最大で溶存鉄フラックスは、 0.2×10^{10} g/year 程度増加しうることが示唆された。

5. 考察

過去 70 年間における急速な農地化によりアムール川における溶存鉄の生産量は減少し、三江平原からのフラックス減少量も少なからず寄与していることがわかる。一方で、溶存鉄フラックスの生産量という意味では、地下水揚水はその増加に寄与しているとも言えるが、地下水の過剰な揚水による地下水資源の枯渇はすでに重大な問題として顕在化しつつある。安定的な農業生産を維持しつつ溶存鉄の生産量も極度に減少させないような農業のあり方を考えていくことが緊急の課題である。

引用文献

Nakatsuka Takeshi and all members of research group 1 and 2 (2007): How can the iron from Amur river support the primary productivity in North Pacific Ocean? – “Intermediate-water iron hypothesis” and its evidences from the research cruise in 2006-, Ann. Report of the Amur-Okhotsk Project, No.4, pp.25-36

Yatagai, A., P. Xie, and P. Alpert (2008): Development of a daily gridded precipitation data set for the Middle East, Adv. in Geosci., 12, 165-170.

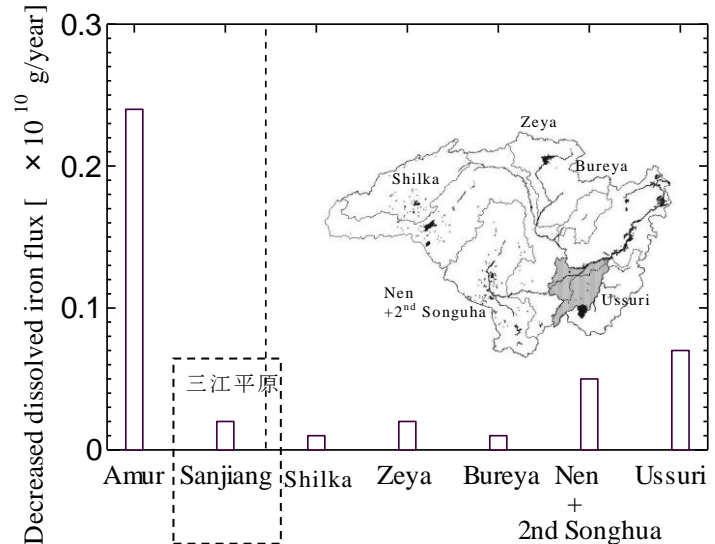


図 2 土地利用変化に伴う溶存鉄フラックス減少量の推定値
Dissolved iron flux decrease due to the land cover change

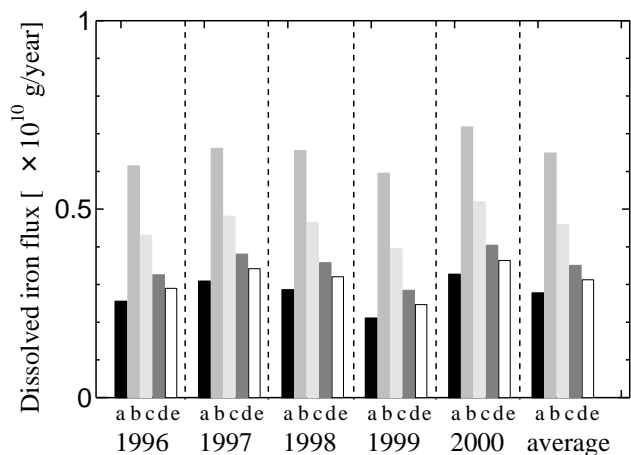


図 3 1996 年～2000 年における地下水揚水による溶存鉄フラックス増加量の推定値, a:地下水揚水がない場合, b-e:地下水揚水がある場合で、水田中で溶存鉄として存在する鉄の割合が降順で 100%, 90%, 70%, 50% の場合。

Estimation of dissolved iron flux increase due to groundwater pumping for paddy field irrigation. a: without pumping, b-e: with pumping. The ratio of dissolved iron contents to total iron are 100%, 90%, 70%, and 50%, in b, c, d, e, respectively.