

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 24 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23580324

研究課題名(和文) 農業水利再編による水質環境の変化と環境用水の導入可能性に関する検討

研究課題名(英文) Changes of water quality under an agricultural water use restructuring project and possibility of introduction of an environmental water

研究代表者

山本 忠男 (Yamamoto, Tadao)

北海道大学・(連合)農学研究科(研究院)・講師

研究者番号：00312398

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：集水域の農業水利再編が湖沼の水質環境に及ぼす影響と環境用水の導入可能性についてとくに窒素に注目して検討した。対象とした湖沼集水域では2010年までは湖沼から揚水して灌漑していたが、2011年以降は揚水機場を廃止した。これにより揚水によって湖沼から持ち出されていたであろう負荷が湖沼内に蓄積し、湖沼水質環境は悪化すると予測した。しかし、揚水機場の廃止後に湖沼の全窒素濃度は低下した。とくに懸濁性窒素濃度が大きく低下した。水質形成要因として、転作の影響もあるが、パイプライン化がすすみ無効放流が減少し湖沼水位が低下したこと、揚水機場廃止によって滞留時間が増加したことによる影響が大きいと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study is to evaluate the impacts of the agricultural water use restructuring project on the physical and chemical water properties of the oxbow lake in Hokkaido, Japan. We predicted that decreased water removal after the pumping station was abolished would increase TN concentrations in the lake water. Though removal of water by pumping tends to take pollution from the lake, TN concentrations fell after pumping station was abolished. The cause of decreased TN concentration was mainly decreased organic nitrogen concentration. Moreover, the TN load balance changed from an outflow type to a storage type in 2011 and 2013 despite decreased input load into the lake. We suggest that this reduction in TN concentration after 2011 reflects the decreased organic nitrogen concentration due to biological purification effects. This is because increasing retention time caused load removal from the lake, and the water retention time also increased significantly in this lake.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学/地域環境工学・計画学

キーワード：窒素 水質 河跡湖 農業水利 基盤整備

1. 研究開始当初の背景

石狩川周辺には多くの河跡湖が存在しており、それらは多面的機能を有する地域資源として評価されている。現在、これら河跡湖の周辺は水田を主体とする農業地帯となっている。農業地域における土地利用や水利用状況の変化は、農地からの汚濁負荷流出に影響を及ぼすことが知られている。ここで農業生産性の向上を目指した基盤整備事業の進捗は水土利用を大きく変化させることから河跡湖の水文水質環境に影響を与えると予想される。とくに今回調査対照とした茶志内沼では、農業水利再編整備によって揚水機場が廃止されるため、揚水によってそれまで持ち出されていた負荷が減少し、沼の水質環境が悪化する恐れがあると予測される。そのため農業水利再編前後を通じた水質モニタリングによって水質環境を把握し、水質悪化がみられる場合にはその改善方法を検討する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、農業基盤整備事業によって農業水利状況が大きく変化した茶志内沼（北海道・奈井江町）を対象に、基盤整備とくに農業水利再編による湖沼の水質環境の変化を評価した。また沼の水質が悪化した場合、その対処方法としての環境用水導入の可能性を検討した。

3. 研究の方法

調査期間は2007年4月から2013年10月とした（当該研究費による実施期間は2011年4月～2013年10月）。調査地概要をFig. 1に示す。湖沼への流入・流出（5地点）、湖水の採水を月2回程度の頻度でおこなった。なお、2009～2012年の灌漑期には自動採水器を用いて、代かき期（5月）に1日2回、普通期（6～8月）に1日1回の採水、水路では流量観測をおこなった。また、各水路および湖水にロガー付き水位計を設置し、水位の連続観測をおこなった。検討対象の水質項目は窒素、リン、SSに関するものとし、水質分析はJISに準拠した。水質に加え、窒素収支を把握するため、湖沼内3箇所底質を採取し、CNアナライザーにより全窒素含有量、全炭素含有量、およびCN比を求めた。また、沼北部に繁茂するヨシ群落において8月に刈り取り調査（1m 方形、3箇所）を行った。刈り取りは湖水面より上部のシュート部とした。刈り取り部分の乾燥重量を測り、窒素含有量をCNアナライザーにより求めた。

集水域では2008年以降、区画整理や用排水路整備、汎用農地化などの基盤整備事業が実施され、2011年には沼からの揚水が停止した。ただし用水施設の不具合により、2012年には緊急措置的に沼からの揚水の一部実施した。

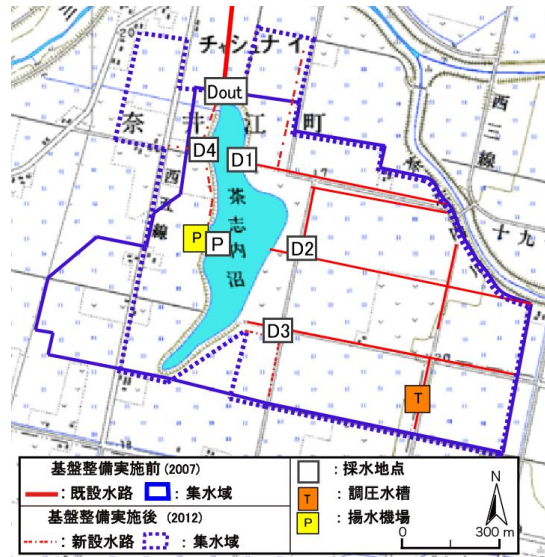


Fig.1 Outline of investigation area

4. 研究成果

(1)水収支 2009年から2013年までの水収支をFig.2に示す。揚水機場廃止以前（2009～2010年）と比べ、廃止後（2011～）はQin（総流入排水量）、Qout（Do流出水量）ともに減少した。また2013年は過去2年と比べて流入、流出量ともに増加した。そのため沼の平均水位の増加と滞留時間の低下が生じている（Table1）。

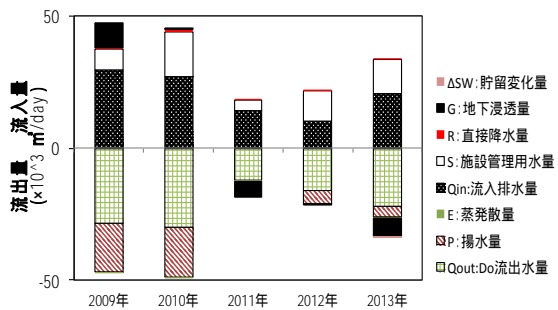


Fig.2 Water Balance during Irrigation Period

Table 1 Retention time and water level in Chashinai-numa

	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
滞留時間(day)	3.01	3.18	6.69	5.88	4.34
灌漑期平均水位(m)	1.09	1.1	0.95	0.99	1.12
非灌漑期平均水位(m)	0.86	0.8	0.85	0.93	0.99

(2)水質 茶志内沼の水質濃度をTable2、灌漑期のT-N負荷収支をFig.3に示す。2011・2012年に比べて2013年は代かき期のT-N濃度が高く、揚水機場廃止前と同程度の値を示した。また2013年は流入負荷が流出負荷を上回り、沼内にT-N負荷が蓄積される汚濁型だった。揚水機場廃止後と比べて廃止前は総流入負荷量が大きく、

沼の水質濃度も高かった。廃止後の総流入負荷量は少なく、浄化型だった 2012 年には水質濃度が改善したが、汚濁型だった 2011 年と 2013 年は代かき期の T-N 濃度が比較的高く、廃止後と近い水準にあった。このことから負荷の蓄積は沼の水質に影響を与えると推察できる。揚水機場廃止後の 3 年間のうち 2 年で T-N 負荷が沼に蓄積されており、水質が今後悪化することが懸念される。

Table 2 Water Quality in each period

		T-N	T-P	SS
揚水機場廃止前 (2007 2010)	代かき期	2.95	0.29	142.7
	普通期	1.47	0.12	62.23
2011年 (汚濁型)	代かき期	2.29	0.22	103.3
	普通期	1.33	0.13	49.2
2012年 (浄化型)	代かき期	1.46	0.21	125.3
	普通期	1.06	0.07	38.1
2013年 (汚濁型)	代かき期	2.78	0.24	194.5
	普通期	0.92	0.09	42.86
: 農業用水基準		1.00		100.0
: 環境基準[湖沼] (V 類型、 B 類型)		1.00	0.10	15.0

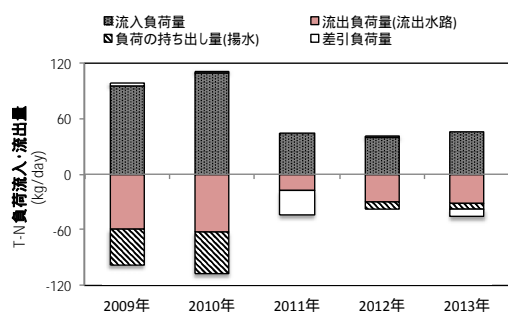


Fig.3 T-N Load balance during Irrigation period

(3)底質 2009 年から 2013 年までの底質の分析結果を表 3 に示す。揚水機場廃止前後で底質の窒素含有量に明確な変化は見られなかった。廃止後で比べると、2011 年は沼の滞留時間と蓄積 T-N 負荷量が 2013 年よりも大きかったが窒素含有量は 2013 年と比べ小さく、滞留時間増加による底質への T-N 負荷の沈降促進は確認できなかった。沼の水質との相関も見られず、影響は小さいと考えられる。

(4)ヨシの窒素保持量 2013 年に沼に蓄積した T-N 負荷量(1039kg)に比べてヨシの窒素保持量(2.84kg)は極めて低い値であり、ヨシが沼内の T-N 負荷低減に寄与した割合は低いと考えられる。

以上の結果から、茶志内沼では研究当初予測した農業水利再編事業による沼の水質悪化はなく、水質が改善する傾向を示した。この水質改善の要因としては、転作によって水田面積が減少したこと、パイプライン化によって無効放流が減少したこと、揚水

機場が廃止されたことなどにより、流入する負荷が減少し、一方で滞留時間が増加し、湖沼内の水質浄化作用の影響を受けたことが考えられる。

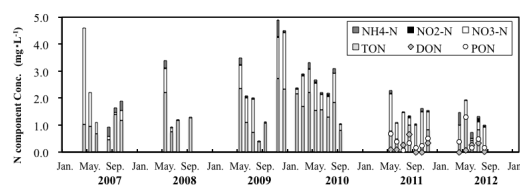


Fig.4 Changes in nitrogen form

Fig.4 に示すとおり、全窒素濃度は濃度は大きく低下しているが、その内訳をみると減少の要因は有機態窒素の減少である。すなわち、有機態窒素が滞留時間の増加によって無機態に分解されたと考えられる。しかしながら、無機態窒素は増加していないことから、分解された無機態窒素は何らかの作用によって取り除かれたと考える必要がある。今回は、底質やヨシへの固定をその作用として考えたが、調査結果からはそれらの影響は大きいと云えないことが示された。つまり無機化された窒素は抽水植物体や湖底の生物膜によって脱窒作用を受けたと予測される。

本研究では、水質変動モデルの構築をおこなったが、沼の内部生産に関するファクターを検討する必要がある。モデルの精度は満足いくものでなかった。ただし、そのモデルを用いて水質改善のための環境用水の流入量を予測したところ、物理的な希釈作用で窒素濃度を環境保全基準まで低下させるためには約 30mm/day の流入が必要となることが示された。しかし、この値は膨大な用水を必要とすることから、現実的な値ではないと判断された。

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 3 件)

YAMAMOTO Tadao, OKAZAKI Hiroki, Impacts of an Agricultural Water Use Restructuring Project on the Water Quality of Oxbow Lake, International Journal of Environment and Rural Development, 4-1,220-225,2013, 査読有
Okazawa Hiromu, Yamamoto Tadao, Inoue Takashi and Nagasawa Tetuaki, Water Quality Preservation Effect of Riparian Forests in Watersheds with Dairy Farming Areas in Eastern Hokkaido, International Journal of Environment and Rural Development, 4-1,183-189,2013, 査読有
MOHAMMED KAMRUL HASAN, YAMAMOTO TADAO

and NAGASAWA TETUAKI, Influences on water balance and quality by land-use at puddling period in rice farming area , International Journal of Environment and Rural Development, 2-1 , 13-18, 2011 , 査読有

〔学会発表〕(計 4件)

山本忠男, 岡崎宏軌, 高木優次, 野本健, 農業水利再編による湖沼の水質変化, 農業農村工学会大会講演会, 東京農業大学, 2014.9.5

YAMAMOTO Tadao, Impacts of an Agricultural Water Use Restructuring Project on the Water Quality of Oxbow Lake, ICERD, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, (Siem Reap, Thailand), 2013.1.9

岡崎宏軌, 山本忠男, 野本健, 高木優次, 農業水利再編にともなう河跡湖の水質変化, 農業農村工学会北海道支部研究発表会, 北海道大学, 2012.10.30

岡崎宏軌, 山本忠男, 野本健, 高木優次, 水田地区における水管理が排水水質に及ぼす影響, 農業農村工学会北海道支部研究発表会, 北海道大学, 2011.10.11

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕

「河跡湖の利用と水環境保全」(山本忠男) 市民講演会 第94回 環境・自然を考える会, 札幌市環境プラザ(札幌), 2012.10.8

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本 忠男 (YAMAMOTO TADAO)

北海道大学・大学院農学研究院・講師

研究者番号: 00312398

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし