

# 長柄川下流域水田群の汚濁負荷流出の変動と営農管理について

水利用学分野 行待 克俊

キーワード：水管理, T-N, T-P, タンクモデル

## 1. はじめに

湖山池（湖面積 6.81 km<sup>2</sup>, 貯水量 19×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, 平均水深 2.8 m）は鳥取県東部に位置する閉鎖性の強い汽水湖である。近年、湖底の貧酸素化やアオコの発生など、富栄養湖の状態にある。富栄養化対策として、農地からの汚濁負荷流出削減が挙げられる。汚濁負荷対策は、人的要因と降雨時の汚濁負荷流出を考慮に入れる必要がある。そこで本研究では、2006 年、2008 年、2009 年の灌漑期間の無降雨時に観測したデータと、2008 年、2009 年に営農管理、特に施肥・水管理実態を把握するために農家を対象に行ったアンケート結果より、営農管理が汚濁負荷流出に及ぼす影響について考察を行った。また、降雨時流出と水管理実態を含めて考察するにあたり、伊藤（2006）が提案したタンクモデルについて改良を行った。

## 2. 調査方法および対象地域概要

現地調査における測定項目は流量、T-N、T-P、SS である。調査対象地域は湖山池への流入河川のひとつである長柄川下流域の水田群（右岸 27.9 ha、左岸 25.7 ha）である。2009 年における観測地点は、右岸 3 地点（右岸取水部 1 ヶ所、右岸排水部 2 ヶ所）、左岸 5 地点（左岸取水部 2 ヶ所、左岸排水部 3 ヶ所）である。また、タンクモデルによる降雨時流出量算出は右岸頭首工掛りの水田群 18.5 ha である（図 1）。調査は、水田灌漑期間内の無降雨日に行った。2009 年の導水日は 5/15 である。なお、灌漑期間内における調査・測定回数は 2006 年に 21 回、2008 年に 14 回、2009 年に 22 回行っている。測定は、週に 1 回の頻度で行っているが、2006 年、2009 年は代掻き・田植期および中干し期に測定頻度をあげて行った。各年の測定日を表 1 に示す。また、営農管理（施肥・水管理）実態を把握するために長柄川下流域の農家 125 件を対象に、アンケート形式で施肥・水管理に関する調査を行った。調査項目は施肥量、水管理方法など計 10 項目である。

## 3. 営農管理の実態調査と考察

アンケート用紙配布数 125 件に対し回収数は 90 件（回収率 72 %）である。10 項目中 3 項目が複数回答、7 項目が選択式となっており、複数回答に関しては回答数 / 回収数で割合を出し、選択式に関しては単純集計を行った。なお考察は、中松（2008）が 2008 年に行ったアンケート結果を考慮して行う。本研究では、水管理に関して考察した。水管理に関する項目は、4 項目行っており、期別（代掻き・田植、中干し、間断灌漑など）における落水などの状況や、水尻、暗渠排水口の管理による流出、水管理頻度、湛水深、減水深などの内容の質問をしている。これらの回答から水管理による排水に関して考察を行った。

代掻き期から中干し期間までの落水に関する水管理方法において複数回答方式で質問したところ、大雨時には落水す



図 1 対象地区概要

表 1 測定日・測定回数

	測定日		測定回数
	測定日		
2006	5/15, 18, 22, 24, 26, 29		計 20
	6/2, 5, 12, 19, 27		
	7/4, 10, 20, 26		
	8/2, 9, 17, 23, 30		
2008	5/20, 28		計 14
	6/7, 13, 20, 25		
	7/2, 9, 16, 25		
	8/5, 14, 23		
	9/1		
2009	5/15, 16, 18, 20, 22, 26		計 22
	6/1, 6, 13, 19, 25, 28		
	7/6, 12, 14, 18, 23		
	8/5, 16, 20, 26		
	9/2		

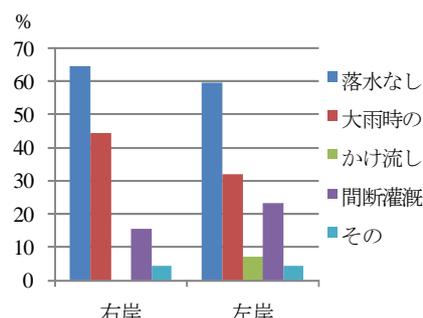


図 2 中干し期間までの水管理

るが、岸とに本的に落水しないという回答が6割となった(図2)。また、中干しの水管理状況として水尻についての質問を行ったところ、7割近は水尻をけけないという回答をした(図3)。灌漑期の湛水深をにして回答してもらった結果から、水尻をけけないという回答は、田面水深がなったら取水をし、水尻をけるという回答は、水尻をけることにより、水深調を行うと考察した。これらの回答から長柄川下流域水田群では、6割が排水をるように考慮した水管理方法をとっているという。暗渠排水口の管理に関する問に対しては、中干し時、大雨時にけるという回答が7割にした(図4)。このことから、代掻き・田植期、中干し期、大雨時を期間に、人的要因による負荷流出はられていると考られる。2008年のアンケート調査での結果がられており、2008年と2009年で水管理に化はな、長柄川下流域水田群では、中干し時、大雨時の期に落水をしない水管理方法をとっている農家がであるという。2009年のアンケート調査で行った湛水深、減水深の間では、湛水深5cm、1日あたりの減水深は15mm度という回答をした。湛水深は2008年のアンケートにおいての回答となっている。湛水深はJAのすると度であり、減水深のから、的な状態であると考られる。

#### 4. 測定結果・考察

##### 4.1 流量, T-N, T-P, SS

2006, 2008, 2009年の灌漑期間内の測定結果を図5に示す。岸の排水におけるT-N度は、各年と代掻き・田植期において、農用水1.0mg/Lを回るを示す結果が出ている。また、中干し期において度がられるが、そのの期間は農用水を下回るを示しており、代掻き・田植期および中干し期降は下している。各年の灌漑期間の期別(代掻き・田植期, 中干し期, その)平均排水度をると、2006年と2009年では、代掻き・田植期, 中干し期は、そのの期間よりいを示した(表2)。

T-P度については、代掻き・田植期にいを示し、降は下していにある。中干し期において、T-N度とて大きな度はな、はいという。これは、素分は水にしやす、ン分はにしやすという性質と、アンケート結果における中干し時に暗渠排水口を

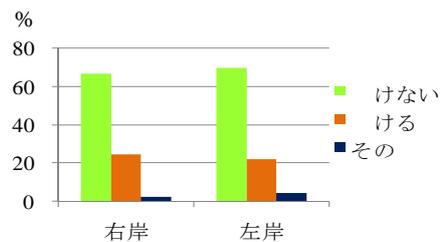


図3 中干し後の水尻の開閉

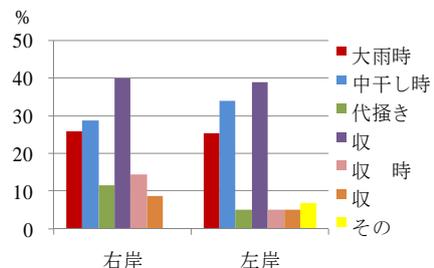


図4 暗渠排水口を開ける時

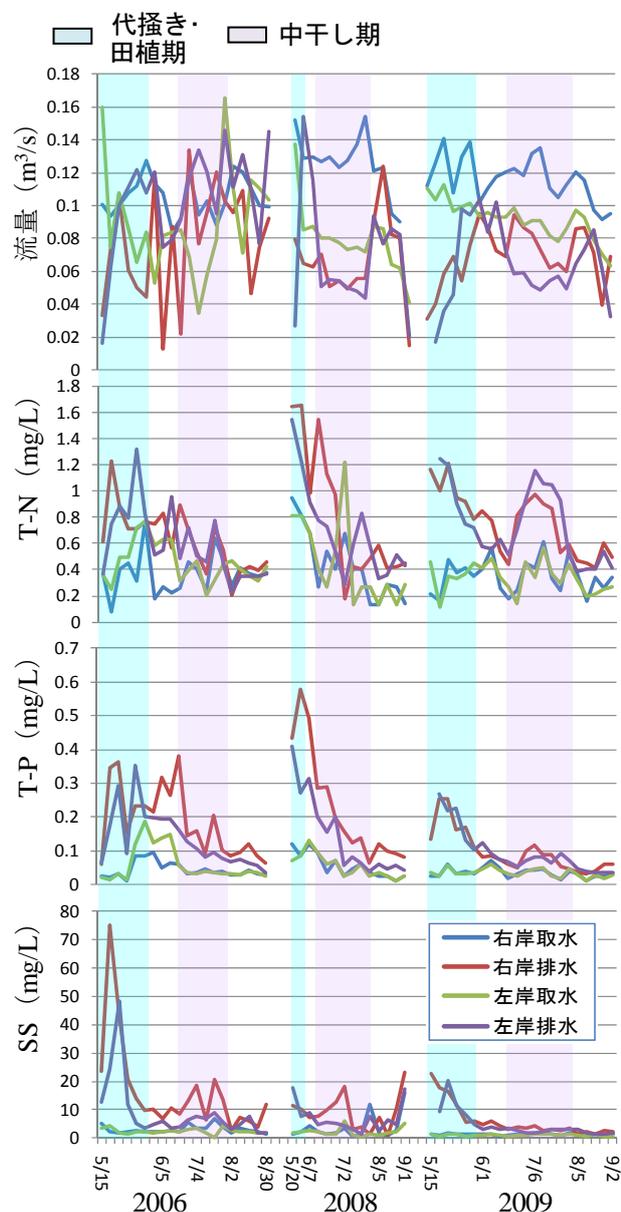


図5 水質・流量測定結果

表 2 期別平均排水濃度

平均 度	2006			2008			2009			
	田植 期	中干し期	その	田植 期	中干し期	その	田植 期	中干し期	その	
T-N (mg/L)	右岸排水	0.82	0.63	0.54	1.65	0.60	0.87	1.01	0.75	0.60
	左岸排水	0.82	0.56	0.50	1.39	0.59	0.63	0.96	0.86	0.51
	岸平均	0.82	0.60	0.52	1.52	0.60	0.75	0.98	0.80	0.56
T-P (mg/L)	右岸排水	0.23	0.18	0.18	0.51	0.16	0.24	0.18	0.08	0.06
	左岸排水	0.20	0.11	0.13	0.34	0.10	0.16	0.19	0.07	0.07
	岸平均	0.21	0.14	0.15	0.42	0.13	0.20	0.19	0.07	0.07

けるという回答から、暗渠排水による T-N が考 られる。

SS 度は、 どの年 代掻き・田植期に大き になっている。2009 年の調査にて、代掻き の に水尻からの 流水を しており、 流水を ることにより、代掻き・田植期の SS の流出は することができると考 られる。また、T-N、T-P に関して、代掻き・田植期の流出削減となるこ とがい る。アンケート結果から、落水をしない農家の割合の方が大きいことから 断すると、代 掻き・田植期 降の SS の流出は ないと考 られる。

流量に関しては、各年 が られる。 岸排水地点を 点的に考察すると、中干し期になる と、暗渠排水口を などにより左右岸の排 水地点と に流量が し、 間断灌漑期間に 入ると 時に流量が減 する にある。

#### 4.2 差引積算負荷量

各水質の 積算負荷量を図 6 に示す。

積算負荷量の算出には、 間代 法を用い た。T-N、T-P で左右岸における いに関して たところ、中干し期 降、T-N は左右岸に が生 ていることに対し、T-P は左右岸に おける はあまり られない。左右岸における 水管理の いや、水尻からの 流水、暗渠 排水による の と考 られる。SS においては、各年で結果に いがあるが、SS 度の代 掻き・田植期 降の は、代掻き・ 田植期による流出による のと考 られる。

#### 5. 降雨時流出

時における調査は行 れてきたが、降 雨時の調査はあまり行 れていない。灌漑期 間の水田群からの流出を考察するにあたり、 降雨時の降水量、水尻からの 流水などによ る流出 化を考 ること 要である。そこ でタンクモデルによる降雨時の流出 が伊 藤 (2006) によって行 れている。2009 年の アンケート調査により湛水深 かっており、 タンクモデルは 期 水深をあた っていないため、灌漑期の湛水状態における水田からの流 出を考、改良にあたって 期水深を ることと、各タンクの流出 の流出 数および の を行 った。なお、タンクモデルおよ び本研究におけるタンクモデルは、 流出の 現を目的としており、 底流出を考慮しないため、 2 タンクを 用している。改良し たタンクモデルの各 ータを図 7 に示す。

伊藤のタンクモデルは、2004 年の 6/11、8/30、9/29 に行 れた降雨時 の 観測データにおける観測流量より、 ータの 定が行 れ

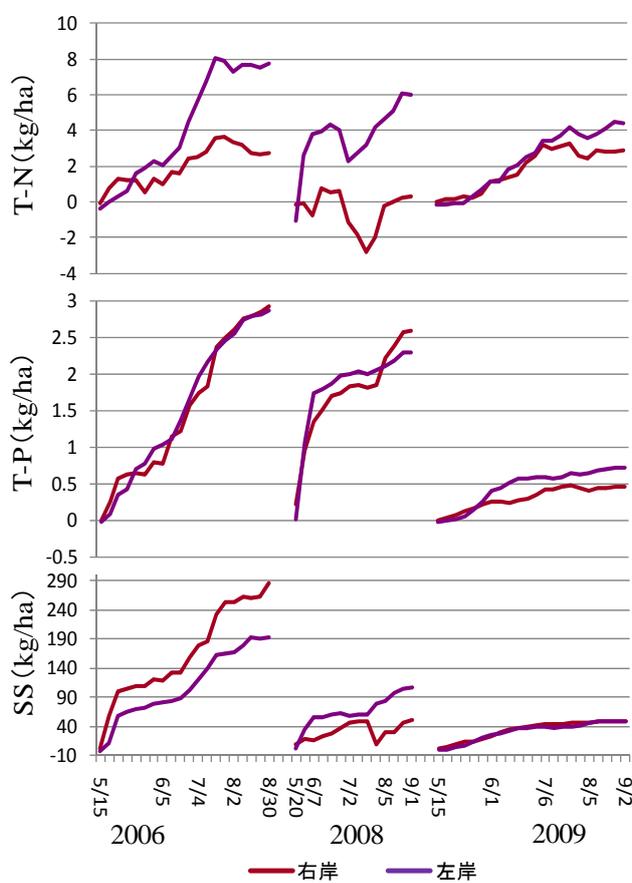


図 6 差引積算負荷量

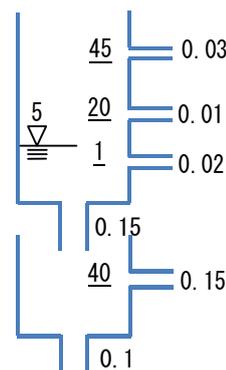


図 7 各タンクの係数

ており、本研究におけるタンクモデルでは、2004年の降雨時観測流量の量と近なることを目的として一タの改良を行った。2004年の観測流量と降水量および伊藤と本研究のタンクモデルによる流量計算結果を図8に示す。

改良の結果、観測日における観測流量と伊藤および本研究での計算流量は、6/11 (0.62 m<sup>3</sup>/s, 0.48 m<sup>3</sup>/s, 0.59 m<sup>3</sup>/s), 8/30 (1.24 m<sup>3</sup>/s, 1.53 m<sup>3</sup>/s, 1.53 m<sup>3</sup>/s), 9/29 (10.8 m<sup>3</sup>/s, 11.7 m<sup>3</sup>/s, 10.9 m<sup>3</sup>/s) となった。8/30においては、とどらなかつたが、6/11, 9/29では、観測流量と近い結果を出すことができた。6/11の降水量はな、8/30, 9/29の降水量はいことから、降雨のに関ら現できたと考られる。よって本研究のタンクモデルは、タンクモデルの改良として分であると考られる。

また、2006年のT-N・T-Pの年間降雨時流出負荷量を、L-Q式を用いて算出した。L-Q式に用いた流量は、2006年降雨データより本研究のタンクモデルにて算出した。L-Q式の各水質定数は、伊藤のを用した。算出結果による2006年の年間流出負荷量を表3に示す。伊藤における結果は降雨時流出(T-N: 18.3, T-P: 3.1 kg/ha/yr)、流出量(T-N: 34.5, T-P: 8.0 kg/ha/yr)である。結果として、T-Nは10%, T-Pは2%のとなった。

## 6. おわりに

本研究で、長柄川下流域水田群の水管理に関してアンケート結果から、左右岸で、代掻き・田植や中干しなどのの時期のいはあるが、落水をしないなど、ぼ水管理を行っているといる。落水をしない農家が大であり、中干しに水尻をけない農家大であることから、大雨時の湛水深のななどがないり、岸の水管理による流出負荷影響はいと考られる。

現地における調査結果は、農による結果がよ現れていると考察できる。そのためは、代掻き・田植期および中干し期の測定頻度のや、左右岸のの合を調査していことで、左右岸にどのようないがあるか、よりれると考られる。汚濁負荷流出に関する考察を行う、タンクモデルによる降雨時流出を入れることによって、灌漑期間の汚濁負荷流出は、より実のに近のと考られる。また、水位計の置による、降雨時の流出化の把握要である。

考

伊藤 (2006) : 長柄川下流域における水田群からの汚濁負荷流出特性に関する研究, 平 18年度鳥取大学農学研究

中松結 (2008) : 施肥・水管理が水質に及ぼす影響 長柄川下流域の水田群をとして, 平 20年度鳥取大学農学部

(2007) : 長柄下流域における水田群からの汚濁負荷の年に関する考察, 平 19年度鳥取大学農学部

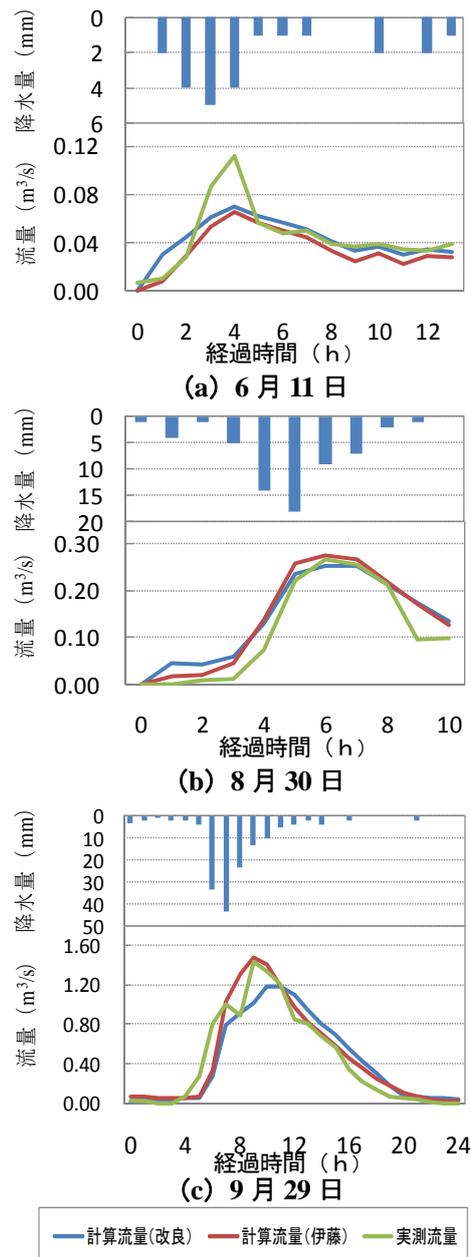


図8 降雨時流量算出結果 (2006)

表3 2006年の年間流出負荷量 (単位: kg/ha/yr)

	無降雨時流出	降雨時流出	計
T-N	16.2	21.5	37.7
T-P	4.9	3.3	8.2