

冬期湛水田・慣行水田の米収量調査

千葉県印旛農林振興センター（現、千葉県印旛農業事務所）

〒285-0026 千葉県佐倉市鎗木仲田町 8 - 1

要 旨

印旛沼流域水循環健全化会議が「みためし冬期湛水」として千葉県佐倉市萩山新田で2005年度から 2009 年度にかけて行った冬期湛水の実証実験において、冬期湛水田および対照区として設けた慣行水田の米の収量調査を行った。調査は冬期湛水田と慣行水田のそれぞれ 3 か所から 20 株ずつ刈取り、全重量、わら重量、籾重量、精玄米重量、屑米重量を測定し、10a 当たりの量に換算して算出した。冬期湛水試験後は、冬期湛水区は 350kg～652kg であったが、慣行水田区では 425kg～580kg であった。

キーワード：冬期湛水田、慣行水田、米収量、印旛沼流域水循環健全化会議

はじめに

「印旛沼流域水循環健全化会議」での取り組みの一つとして行われた「みためしワーキング」1つの調査として 2006 年 1 月から冬期湛水研究プロジェクトが実施された。このプロジェクトにおい冬期湛水田とその比較として慣行水田での米収量についての調査を湛水前の 2005 年から 2009 年の 5 年間にわたり実施した。なお、本稿はその報告である。

調査地の概要

「印旛沼流域水循環健全化会議」が「みためし冬期湛水」として実施している、千葉県佐倉市萩山新田において、土地所有者（耕作者でもある）の協力のもと、隣接する 2 区画の水田（100×90m×2 区）を調査地とした（図 1）

この 2 区画を冬期湛水と慣行水管理として、米の収量調査を実施した。

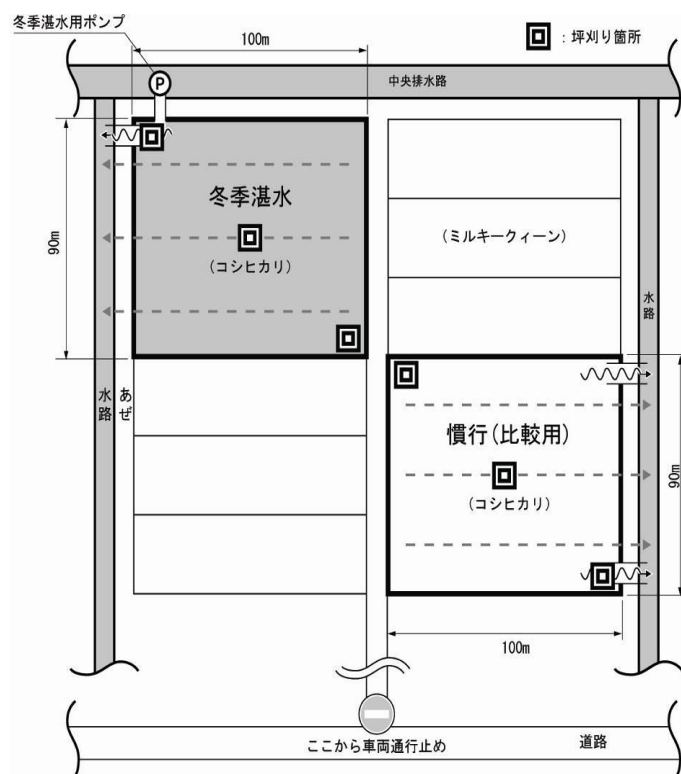
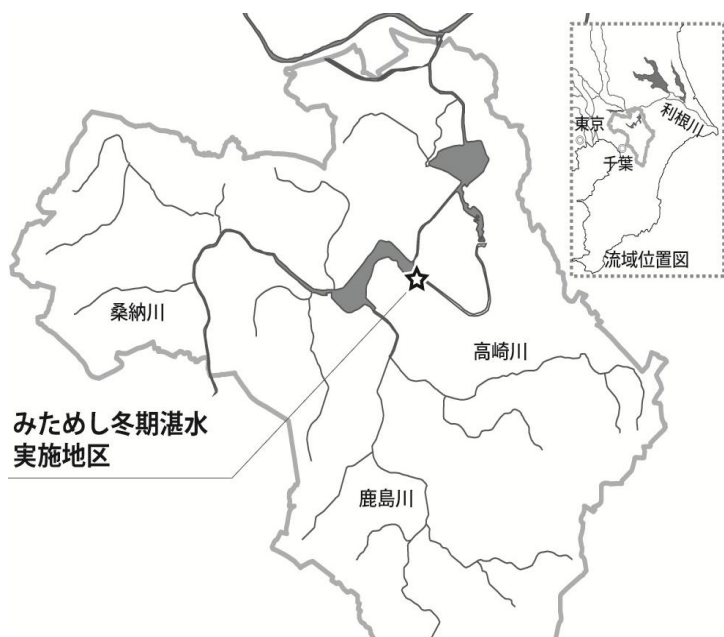


図 1. みためし冬期湛水調査地全体図.

図 2. 坪刈り地点位置図.

表 1. 10a 当たりの冬期湛水区と慣行水田区の米収量結果 (なお冬期湛水は 2006 年 1 月から).

年度	区画	全重量	差し引き わら重量	粳重量	精玄米重量	屑米重量
		kg	kg	kg	kg	kg
2005	冬期湛水	1,197	615	582	432	26
	慣行水田	1,364	691	673	456	71
2006	冬期湛水	1,188	624	564	441	14
	慣行水田	1,401	726	675	515	26
2007	冬期湛水	-	-	-	582	36
	慣行水田	-	-	-	580	47
2008	冬期湛水	1,907	996	911	652	61
	慣行水田	1,656	915	741	566	37
2009	冬期湛水	956	449	507	350	13
	慣行水田	1,162	550	612	425	21

調査の方法

冬期湛水の実施期間は、2006 年 1 月～2009 年までの 5 ヶ年間であり、そのうち収量調査は、2005, 2006, 2007, 2008, 2009 年の計 4 回の収穫時期に実施した。毎年稲の刈取り直前の時期に、冬期湛水田と慣行水田において、それぞれ 3 箇所、20 株ずつを坪刈りした(図 2)。乾燥後、脱穀、粳摺り、選別を行った。

収量構成要素については、圃場内の中庸な生育をしている地点から、平均穂数株 3 株をサンプル株として抽出し、乾燥後、各構成要素について測定した。

結 果

2005 年から 2009 年の各年の収量調査結果は、表 1 の通りである。10a 当たりの全重量、差し引きわら重量、粳重量、精玄米重量、屑米重量については、坪刈り 3 箇所の値を平均して、冬期湛水田と慣行水田でのそれぞれに 5 ヶ年の結果である。

冬期湛水前の精玄米重量は冬期湛水区及び慣行水田区でそれぞれ 432kg と 456kg であった。冬期湛水開始後では、冬期湛水区は 350kg～652kg であったが、慣行水田区では 425kg～580kg であった。

Rice Yield in Winter Drained and Winter-flooded
Rice-paddies. Chiba-prefectural Inba Agriculture Office.

冬期湛水法による米づくり

小倉久子¹・三門増雄²・上原 浩³

¹元千葉県環境研究センター 〒261-0012 千葉市美浜区磯辺 1-21-7 (VYL11027@nifty.com)

²〒285-0852 佐倉市青菅 272

³パシフィックコンサルタンツ株式会社 国土保全事業本部河川部水環境室 〒163-6018 東京都新宿区西新宿 6-8-1
住友不動産新宿オークタワー (hiroshi.uehara@tk.pacific.co.jp)

要 旨

印旛沼流域の水田において 2005 年度から 2009 年度にかけて、冬期湛水による稲作の実証実験を行った。2005 年の収量を基準にして冬期湛水法と慣行法の収量を比較すると、4 か年の平均で冬期湛水田は慣行法水田の 101%の収量であり、両水田での収量に差がないことが確認された。冬期湛水田では最初の 2 年間は肥料として米ぬかを散布していたが、その後は切り藁散布のみで十分であった。また耕起が不要で、薄層の代掻きのみを行い、慣行法と同じ田植え機で田植えが可能であった。4 回の冬期湛水によって地耐力の劣化は見られなかった。冬期湛水稻作は水の確保ができれば、慣行法と同等の収量で、作業量は慣行法よりも少ない程度であることが明らかにされた。

キーワード：冬期湛水、水田、米収量、精玄種量、印旛沼流域水循環健全化、みためし

はじめに

これまで我が国の水田では、第二次世界大戦後の食糧増産のため国策として土地改良事業による圃場の大規模化や、乾田化、機械化が進み、稲作効率は格段に向上してきた。一方で水田の乾田化は、かつて湿田での水田耕作とともにあった水生生物群に大きな影響を与えてきた。

冬期湛水は、水田で損なわれた生物多様性の回復等を指すものである。しかし、稲作農家にとっては、稲作・米は生活の糧であり、米の収穫と持続可能な営農を欠かすことはできない。また、農家の担い手が不足し、従事者の高齢化も進む中、農家の新たな作業負担増となることは現実的ではない。

このような背景のもと、「印旛沼流域水循環健全化会議」での取り組みとして行われている「みためし冬期湛水」での 1 つの調査として、冬期湛水田、およびその比較として慣行水田での米収量調査を長期間（4 ヶ年）にわたり実施することで、冬期湛水の実施による米収量への影響を把握することを目的としている。

調査地の概要

「印旛沼流域水循環健全化会議」が「みためし冬期湛水」として実施している、千葉県佐倉市萩山新田において、土地所有者（耕作者でもある）の協力のもと、隣接する 2 区画の水田（100×90m×2 区）を調査地とした（図 1）。この 2 区画を冬期湛水と慣行水管理として、同一の耕作者により冬期の水管理以外を共通にすることで、両者を比較検討した。

稲作の方法

調査の実施期間は、2005 年冬～2009 年までの 5 ヶ年間である。調査期間中の稲作カレンダーを表 1 に示す。

【2005 年】

・冬期湛水田

初年度の 2005 年は冬期湛水田も慣行水田と同様の耕作を行い、比較の基準とした。

2005 年の稲刈り終了後、12 月に冬期湛水田の畔塗りを行い、2006 年 1 月 20 日に水張を行った。当初は 2005 年のうちに通水する予定であったが、揚水ポンプ設置等の工事が遅れたため、年明けにずれ込んでしまい、このため、初年度の湛水期間は 1～4 月の約 3 ヶ月間と短かった。

・慣行水田

9 月の稲刈り後及び 12 月に耕起を行った。

【2006 年】

・冬期湛水田

5 月 3 日に水田内を平らにならす目的で薄層の代掻きを行い、6 日に田植えを実施した。

前年度の水張時期が遅れたため、6 月には水田雑草が発生し、手取り除草を繰り返したが、最終的には最小限の除草剤を使用した。

出穂等の生育状況は慣行田と同時で、稲刈りも同一日の 9 月 15 日に実施した。

その後、10 月 4 日に米ぬか散布、10 月末に畔補修を行い、11 月 1 日に湛水を開始した。

稲刈りは冬期湛水田と同一日に行い、慣行水田では 24 日に耕起した。

【2007 年】

・冬期湛水田

前年と同様に田植え前に浅く代掻きを行い、5 月 11 日に田植えをした。この年の雑草発生は前年よりも少なかった。

9 月 17, 18 日に稲刈りを行い、その後、10 月 10 日に藁処理、19 日に米ぬか散布を行い、10 月 20 日に湛水を開始した。

・慣行水田

3 月に耕起、5 月 10 日に代掻き、26 日に田植えを行い、翌 27 日に除草剤を散布した。稲刈りは冬期湛水田と同時にを行い、約 1 か月後の 10 月 24 日に耕起を行った。

【2008 年】

冬期湛水田、慣行水田ともに、前年とほぼ同じ日程で作業した。冬期湛水田の水張は 10 月 31 日であった。

【2009 年】

・冬期湛水田

水路側の畔に亀裂が入り水漏れが起き、1 月下旬から 2 月にかけて畔補修を繰り返した。この年の湛水は不十分であり、7 月には除草剤（バサグラン：水田多年生雑草防除剤）を散布した。

・慣行水田

前年稲刈り後に、3 月 26 日、4 月 13 日の 2 回耕起を行い、5 月 10 日に田植え、9 月 13 日に刈取りを行った。

冬期湛水法と慣行法における作業の比較

前節に掲げた稲作カレンダー及び耕作者へのヒアリングから、冬期湛水法及び慣行法において必要な作業内容等の比較を表 2 にまとめた。

稲作、特に冬期湛水法は確定した方法ではなく、天候等に応じて臨機応変に対応していくことが求められるが、冬期湛水法は稲刈り後に速やかに湛水を行えば雑草の発生も少なく、耕起が不要である分の作業量が低減できる。また、肥料、除草剤に係る費用・作業が低減できる。

ちなみに試験前には、冬期湛水として湛水期間が長くなることにより、水田のすき床が軟らかくなり、泥田に戻ってしまうことが懸念されたが、試験期間中の毎年稲刈り後の土壌調査により、地耐力には劣化は見られず、連続した冬期湛水耕作に支障がないことが確認されている（小倉久子、他、2012）。

本実証実験では実験水田脇の水路から冬期湛水用の水を揚水することができたが、電気代は 2,000～3,000 円/月 程度であった。一般には、より多くの設備、費用が必要となる可能性が高い。

収量結果

千葉県印旛農業事務所（前、印旛農林振興センター）による、2005 年から 2009 年の各年の冬期湛水田・慣行水田での収量調査結果は表 1 の通りであった。収量として、10a あたりの全重量、差し引きわら重量、粳重量、精玄米重量、屑米重量が整理されている。

2005 年度のデータは、この年の冬以降に水張りを開始したことから、冬期湛水田、慣行水田の両区画ともに栽培条件は同じという位置づけである。

冬期湛水田と慣行水田での 5 ケ年の精玄米重量を比較すると、まず、取り組み開始前であり、両方ともに慣行であった 2005 年では、慣行水田が若干多かった。

取り組み開始後、慣行水田より冬期湛水田の収穫量（精玄米重量）の方が多かった年は、2007, 2008 年であり、少なかった年は 2006, 2009 年であった。

ここで、2005 年度のデータは、取り組み開始前であり両方とも慣行農法であったことから、2005 年のデータの差が両水田に特有の差であると考えられる。そのため、この差を 100% として、次年度以降の精玄米重量の違いを整理すると図 3 のようになる。4 ケ年を単純平均すると、101% であり、冬期湛水を行うことで米収量での違いは確認できなかった。

また、2005 年度を除く調査期間 4 ケ年のうち、慣行水田と比較して 2009 年度の冬期湛水田での収量割合が最も小さくなっている。これは、天候等の影響で全国的に冷夏となり、全国的に米の収穫量自体が減少していた（千葉県農林水産業の動向 平成 17 年度版～21 年度版）ために、本調査水田においても全体的に調査するための穂数の確保が難しかったことと、特に調査対象としている水田では従来から坪 40 株植えの栽植密度で栽培していたことから、さらに穂数の確保が困難になったものと考えられる。また、冬期湛水田では、多年生の難防除雑草

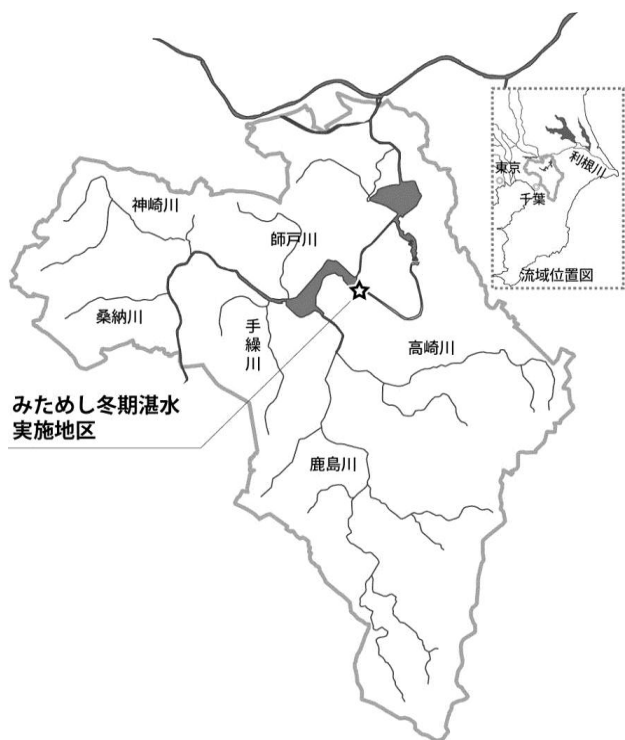


図 1. 冬期湛水の実施位置図

表 1. 調査期間中の稲作カレンダー

2005年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
冬期湛水田						(中干し)						12: 畦塗り
慣行田				耕起 代掻き		(中干し)	出穂		刈取り 耕起			12: 耕起
地耐力調査日 土壌調査日											11/11	
水質調査日												
2006年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
冬期湛水田	20: 水張り				03: 代掻き 06: 田植え	手取り除草 29: 除草剤(グ ラスジンM) (中干し)	25: 出穂		15: 刈取り	14: 米糠散布 30,31: 畦補修	1: 水張り	
慣行田				4,24: 耕起 30: 代掻き	04: 田植え 12: 除草剤(イ ノーバDX)	(中干し)	25: 出穂		15: 刈取り 24: 耕起			
地耐力調査日 土壌調査日									9/29			
水質調査日			3/2	4/5	5/31			8/7	9/29		11/6	
2007年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
冬期湛水田					11: 代掻き 16: 田植え	(中干し)		05: 出穂	17,18: 刈取り	18: 藁処理 19: 米糠散 布, 畦塗り 29: 水張り		
慣行田			5: 耕起		10: 代掻き 26: 田植え 27: 除草剤	(中干し)		05: 出穂	15,16: 刈取り	24: 耕起		
地耐力調査日 土壌調査日									9/28			
水質調査日		2/20			5/2		7/2	8/6	9/28		11/13	12/14
2008年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
冬期湛水田					11: 代掻き 18: 田植え	(中干し)	バサグラン (中期用除草 剤)		15: 刈取り	31: 水張り		
慣行田				23: 耕起	12: 代掻き 17: 田植え 17: 除草剤	(中干し)			16: 刈取り			
地耐力調査日 土壌調査日										10/1		
水質調査日			3/4	4/10	5/27		7/23			10/1		12/15
2009年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
冬期湛水田	20,21: 畦畔修 理 29: 畦補修	12: 畦シート, 水張り			07: 外周耕起 13: 田植え	(中干し)	3: バサグラン (中期用除草 剤)		14,15: 刈取り	切り藁のみ		
慣行田			26: 耕起	13: 耕起	06: 代掻き 10: 田植え, 肥料, 除草剤	(中干し)			13: 刈取り			
地耐力調査日 土壌調査日										10/19		
水質調査日		2/19			5/28			8/7		10/19		

 : 水はりの状態

 : 落水の状態

表 2 冬期湛水区及び慣行区の稲作作業

稲作方法	冬期湛水	慣行
耕起	なし	・稲刈り後（9月）から代掻き（5月）の間に2回ないし3回
代掻き	・浅く，平らにならす程度 ・所要時間 2時間程度	・所要時間 約4時間
田植え	・慣行法と同じ田植え機を使用	
苗	・最初の中苗を使用した，2008年からは慣行法と同じ2.5葉を使用． ・40株/坪	・50～60株/坪
冬期湛水	・水の汲み上げはタイマーで自動運転（3～4時間/日） ・見回りが必要（1回1時間程度）	
肥料	・水張り前 ・米ぬか（90kg/10a） ・2007年に倒伏が多かったので，2007年秋からは米ぬか散布は中止	・田植え時に側条施肥 ・（N:P:K 10:18:16）を20kg/10a ・穂肥えはなるべくやらない．
除草剤	・前年の湛水開始が遅れると，5月ごろに気温の上昇とともに雑草が発生した． ・雑草発生時に，状況に応じて手取りまたは除草剤散布（バサグラン）	・田植え時に除草剤（イノーバ DX）

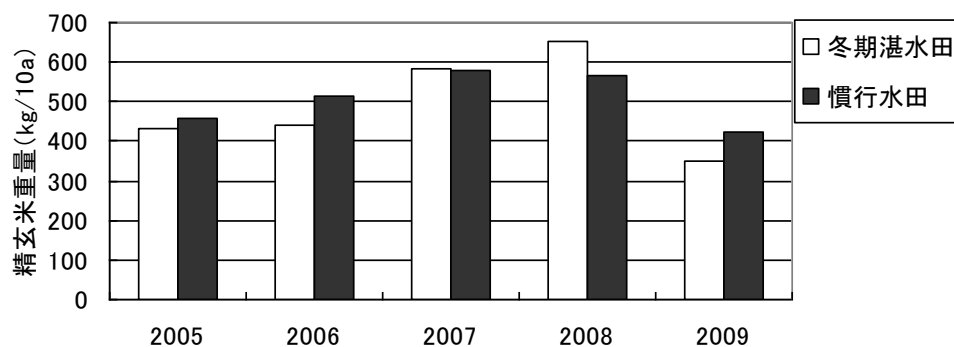


図 2. 精玄米重量の冬期湛水田と慣行水田の比較

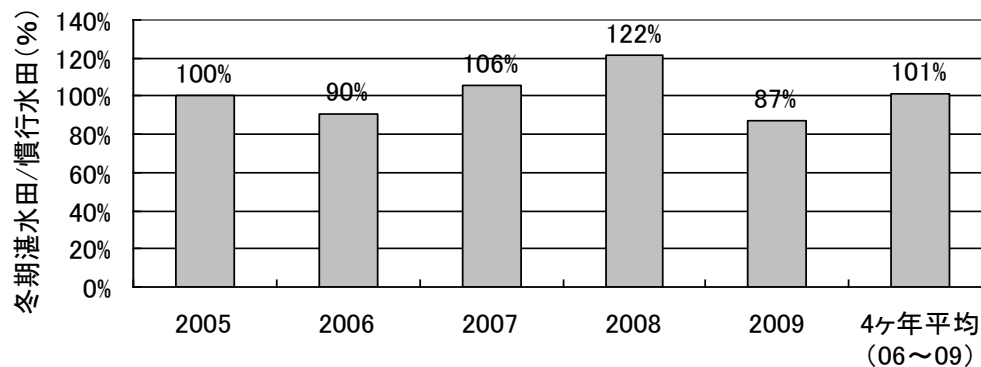


図 3. 冬期湛水田と慣行水田の収量比較（2005 年度の差を 100%として補正している）

であるクログワイの発生が多かったために、米の収量に影響が出たものと考えられる。クログワイ発生の原因として、2008 年秋に畦補修の作業を行っておらず、2009 年 1 月に冬期湛水田の水漏れが発覚し水が張れない状況にあった。このため、水を張っていた他の年ではクログワイが繁茂しなかったが、2008～2009 年の冬期では水張り状況が違っていたことから、繁茂したものと考えられる。

以上により、4 ヶ年継続して冬期湛水を行ったことによる米の収量は、慣行水田と比較して減収となることは確認できず、両水田での収量に差はないと考えられる。

謝辞

この調査は印旛沼流域水循環健全化会議緊急行動計画（2004）の事業の一環で、印旛沼の水環境改善のために「みためし（見試し）行動」として、市民・行政・専門家が「水質調査隊」を組織し、さまざまな方が協働で実施したものです。調査水田耕作者の

三門増雄氏、印旛沼土地改良区の高橋修事務局長はじめ皆様方、また、収量調査のため実際に米の刈り取り、測定を実施していただいた千葉県印旛農業事務所（調査当時：印旛農林振興センター）のご担当の方々に厚くお礼申し上げます。

参考文献

千葉県農林水産業の動向平成 17 年度版～21 年度版
<http://www.pref.chiba.lg.jp/nousui/toukeidata/nourin/nourin-h17.html>

小倉久子・金子文宣・前田敦志・上原浩・冬期湛水
みためし水質調査隊. 2012. 冬期湛水が土壌におよぼす影響. 印旛沼流域水循環健全化調査研究報告 1 : 36-42.

Rice Cultivation by Winter-flooded Method. Hisako
Ogura, Masuo Mikado and Hiroshi Uehara

冬期湛水による稲作ためしレポート

三門増雄

〒285-0852 佐倉市青菅 272 (riceboy@catv296.ne.jp)

今回の冬期湛水による稲作ためし行動は 5 年の期間で行いました。

その際の作業工程や感じたことについて報告いたします。

冬期湛水は、私にとっては全く新しい農業技術として取り組みましたが、よく調べてみますと、江戸時代より行われていたかなり古い技術だったことがわかりました。戦後の水田農業は、化学肥料、農薬、土地改良、機械化等の技術が進み生産方法も大きく変化して来ましたが、それ以前の先人達の生活の知恵から生まれた技術で現在でも各地で行われているという事にはそれなりの訳があると思います。その訳を今回のためし行動調査で解明出来ればと思いました。

新聞に冬期湛水の記事があり、初めて言葉を耳にしました。どういう事をするのか大変興味を持ちました。冬期湛水には、機械化された稲作技術とは違う世界があると思いました。現在行っているアイガモ農法もそうですが、一般的には、稲刈後排水、耕起して土を乾燥状態にして翌年の代かきまで乾田状態を保ちますが、これとは全く反対の事をするので最初は正直驚きました。そんな事をしたら春作業で機械作業がスムーズに出来なくなるのではと思いました。

平成 16 年に先進地である宮城県の田尻町（現大崎市）へ視察に行きました。こちらでは、地域的に大きな規模で行われており、色々な事例を見る事が出来ました。また、佐原市の藤崎氏の水田も見学させていただき、話を聞きました。圃場は、利根川の浚渫土であり砂質地で条件としては良い方ではない水田ですが、無化学肥料で収穫量はコシヒカリ 9～10 俵との説明でした。そんな事が可能なのかと考えてしまいました。

無化学肥料、無農薬でこれほどの米作りが出来るのであれば、私が今までやってきた米作りは何だったのかと思い、自分の水田ではどうなるのか どうしても試したくなりました。

今回の実験田は、印旛沼の干拓地で泥深い所でした。稲作を始めた頃は、耕起・代かき・田植え・稲刈等、機械作業で大変苦労しましたが、30 年程経過してから地盤も落ち着き、農機が深みに落ちることも少なく作業できるようになってきた水田です。

冬期湛水を始めるにあたり何点か心配事がありました。

- ① 常に水があるので、地盤が緩み元の泥深い水田になり機械作業が出来なくなるのでは？
- ② 水田雑草がどうなるのか？
- ③ 隣接地にどのような影響が出るのか？
- ④ 水稻の生育にどのような影響があるのか？

①について … 湛水後定期的に水田に入り状態を確

認しましたが、予想に反して足は土の中に沈み込む事も無く楽に歩け、田植機もスムーズに作業出来ました。

②について … 湛水 1 年目は、年明け 1 月からでしたので草が出ました。手取り除草も追いつかず除草剤を使用する事となりました。2 年目は、11 月 1 日からでした。前回と比較するとかなり草の量は減り、除草剤も使用しませんでした。3～5 年目は、5 月、6 月の気温の上昇と共に草が出てしまい、部分的に稲の生育にも影響が出て来ましたので残念ながら除草剤を使用する事となりました。冬期湛水中の期間は、対象の慣行区と比較して草は出ませんが、田植え後には出てきました。今後は、除草機の使用が必要になってくると思います。

③について … 隣接地は、私の水田ですので他人に迷惑は掛けていませんが、畦畔から水が浸み込んで来て地表面が緩み足をとられ、機械作業も少し苦労しました。何か対策が必要だと思います。

④について … 近くに在る低地排水路よりポンプのタイマー運転で行いました。1 週間に 1～2 回程見回りに行きました。最後の年には、排水路側の田面に亀裂が入り漏水が始まり結果として畦畔ごと崩れてしまい大掛りな補修工事となってしまいました。今後は、排水路側の漏水対策が必要になります。

⑤について … 稲の倒伏があり収穫量は年によって差が出てしまいましたが、生育状況には大差ありませんでした。

実際に湛水を始めますと、冬場であっても水中に小動物が元気に泳ぎ回りイトミミズなどの働きで『とろとろ層』を作り出しました。鳥類も集まって来まして、11 月に蛙が鳴きだしたのには驚きました。その後鳴き声が無くなりましたが、たぶん鳥達に捕食されたのではと思います。

水がある事で土の中にいた微生物が活性化して有機物を分解して天然の肥料を作り出している事がわかりました。これで化学肥料が不要になりました。また、同時に水の浄化作用が確認されたので印旛沼の水質改善にも農業で役立てます。

現在困っている問題は、一帯が猟区内の為に冬期湛水田が猟場となってしまっている事です。水があるのでカモ類が集まって来ますので、格好のポイントになってしまっています。これでは、本埜に來ている白鳥も来る事が出来ませんので、早く禁猟区に指定して頂きたいものです。

今回のためし行動で、栽培面では化学肥料を必要としない稲作が出来る事が確認されました。

水田から流れ出た化学肥料により沼の水質に影響を与える事も無くなります。

世界的に肥料原料価格が高騰していますので、資源と資材費の節約にもなり、米ぬか等の有効利用にもなります。水質の面でも大きな浄化作用があることもわかりました。

水鳥をはじめ多くの小動物の生息環境もよくなります。

自然環境に負荷を与えず、循環し再生可能な米作りが出来るようになります。

水源、場所等色々な条件等もあり、どこでも直に取り組む事は出来ませんが、私は、これからの技術として可能な限り冬期湛水田面積を広げて行きたいと思っています。

冬期湛水の意義を広く多くの皆さんに知っていただき、ご理解が得られる様な広報活動も行いたいと思っています。

今回の取り組みでは、中村俊彦先生を始め、多くの方々と出会い色々な勉強をさせて頂きました。この貴重な経験をこれからの経営に役立てたいと思っております。参加、協力して頂きました皆様、ありがとうございました

A Report of Rice Cultivation by Winter-flooded Method.
Masuo Mikado.

「こうほう佐倉」1042号 11 ページ「まちネタ」より再録

食の安全を求めてたどり着いた 古くて新しい技術「冬期湛水」 ―市内の特色のある米作り―

「食べることってのはさ、すぐさま命に結びつくんだよ。だからこそ、食品が安全であることなんて当たり前なんだ。でも、効率的・経済的なことばかりが良しとされる世の中だから、悲しいことにみんなそれを忘れちゃうんだよな」

そう語るのは、市内で農業を営む三門増雄さん（青菅在住）。

三門さんは現在、萩山新田の田んぼで「冬期湛水」による稲作を行っています。

冬期湛水とは、通常は田んぼを乾燥させる冬にも水を張っておくこと。江戸時代に書かれた農業書「会津農書」にも紹介されているほど、古くから存在している農法です。

冬の間も水が張られた田んぼでは、そこに残された稲株などの分解が進みます。それによって発生した有機物は、田んぼに住む菌類やイトミミズなどのえさになり、ふんとして排せつされることで天然の有機肥料に変わります。

そのせいで、冬期湛水を行っている田んぼでは、農薬や化学肥料を使っていないにも関わらず、通常と変わらない収穫が得られるとのこと。

「冬だって、水の中じゃ生き物が元気に動いてる。その姿を見るとうれしくなるね。自然に近い状態にしておけば、自然が恩恵を与えてくれるんだ。昔の人は経験や観察からそのことを知っていたんだね」

環境にやさしい農法としても注目を集めそうな冬期湛水。現在、今年生産されるお米のオーナーを募集しているそうなので、より自然に近い状態で育てられたお米を食べてみたいというかたは応募してみては？



三門増雄さん



冬でも水をたたえる三門さんの田んぼ

米づくりの変遷と冬期湛水田の生態系サービス

中村俊彦

千葉県立中央博物館・生物多様性センター 〒260-8682 千葉市中央区青葉町 955-2 (nakamura@chiba-muse.or.jp)

要 旨

日本で最も古い水田は、紀元前約 400 年頃と推定されている。その後全国に広まった水田は、稲作の長い歴史と各地の立地環境により様々に変化し分化した。平野に広がる「平田」から山間の「棚田」、また谷地形では「谷津田」や「谷戸田」がつけられ、それぞれに異なる稲作技術も存在した。

米づくりの場としてつくられた、水田であるが、その自然環境は大きな「自然の恵み」である生態系サービス、すなわち基盤サービス、供給サービス、調整サービス、文化サービスを人々にもたらしてきた。しかし、近代農法による水田の乾田化や水路のコンクリート化、また農薬や化学肥料の大量使用、さらには耕作放棄の増大は、水田の豊かな生態系サービスを損ねる状況をもたらした。

このような状況のなか冬期湛水の水田稲作は、生物多様性を増加させ水田生態系の基盤サービスにおいては肥沃な土壌の再生をもたらし、供給サービスにおいては慣行農法に劣ることない量の有機米の収穫も可能であった。さらに化学肥料投入の低減や脱窒作用の増大をもたらし、生態系の調整サービスである水質浄化機能が拡大した。さらに有機米の供給による消費者との信頼関係は都市と農村をつなぐ地縁と交流の文化サービスをも増大させた。

キーワード: 冬期湛水、水田稲作、米づくり、生態系サービス、供給サービス、調整サービス、文化サービス

はじめに

水田は、日本人の主食である米づくりの場であることはもちろん、その貯水機能は、自然の「ダム」として地形の安定や水源涵養の一端を担ってきた(志村, 1982)。また、水に恵まれた水田はさまざまな野生動植物の生息・生育をもたらし、それはかつて食料や土地の産物として、人々の生活・生業を支えていた(宇根, 1996; 守山, 1997)。さらに日本の自然の四季のリズムに調和した稲作米づくりは、地域の伝統文化を育み、芸術や信仰を通じて日本人の精神構造に大きな影響を及ぼしてきた(佐々木, 1971)。

今回の印旛沼干拓地における冬期湛水試験においては、冬に水を湛える水田が、小さなミジンコから大きなコハクチョウの群れまで、きわめて多種多様な動植物の生活・生存を育み、その土壌は硝酸態窒素を脱窒する水質浄化の機能を有していた。また多様な生物がつくり出す豊かな土壌と有機栽培の稲作により、慣行栽培を上回るコメの収穫もあった。これは、当初の予想をはるかに超える結果であり、冬期湛水の水田がもたらす自然の恵みの大きさが示された。

現在の地球規模での人口増加と貧困や環境汚染の問題、また国家や民族の争いの絶えない世界において、その課題を克服し持続可能な社会を目指すには、

豊かな生物多様性と健全な生態系の保全・再生が必要である。その場合の前提として「自然の恵み」すなわち「生態系サービス」の認識が求められている(Millennium Ecosystem Assessment, 2005)。日本においては、多くの人々の生活・生業の場である里山里海における生態系サービスが研究・評価され、持続可能な生態系のモデルとしてその価値が再認識されてきている(日本の里山・里海評価, 2010)。

里山里海とは「里と山」また「里と海」、さらには「里と山および海」など、「里」すなわち人々の住まう場(集落)とその周辺の田畑や森林、草地、川沼、海岸・海域等さまざまな環境のモザイクが一体となった空間であり、地域の歴史や人々の伝統・文化を包含する人・自然・文化が調和・共存する複合領域(景相)としてとらえられる。そして、この里山里海の基本単位(景相単位)としてはかつての「村」が想定され、その立地条件により、4タイプの里山(山間里山、台地里山、谷津里山、平野里山)、そして里沼、里川、さらに3タイプの里海(干潟里海、砂浜里海、磯里海)の計9タイプが類別される。このような里山里海において、大きな部分を占める水田の生態系サービスはきわめて重要である(中村ほか, 2010)。

水田の歴史と現状をふまえ、その生態系サービス、

すなわち基盤サービス、供給サービス、調整サービス、文化サービスとともに、その水循環における位置づけや農業及び人の生活・文化とのかかわりについて考察した。

水田の歴史と現状

1. 水田の発祥と発展

米づくりは縄文時代から陸稲を中心に日本の各地でおこなわれていた状況が認められる(佐藤, 2002)。しかし日本で最も古い水田の遺跡は、佐賀県菜畑で発見された紀元前約 400 年頃のものとして、このような水田稲作は中国大陸の揚子江下流、江南地域から東シナ海または朝鮮半島経由等で九州北部に渡来したと推定される。その後、水田米づくりは、遠賀川式土器と一緒に日本海を北上し、約 200 年後には現在の青森県にまで達している(山崎, 1996; 田渕, 1999)。その後の水田の変化については、山崎(1996)の「水田ものがたり」の中で以下のようにまとめられている。

弥生時代、河川沿いや谷津・谷地の沖積平野に造られた水田は、畦や水路を備え、その近くの台地上には集落が形成された。鋤や鍬、鎌などの農具もつくられ、米の利用や保存、また流通のための技術や文化が育まれていった。弥生時代の水田は、2 つに類型される。第 1 は海岸や湖畔の平坦な低湿地に位置し、一区画が数百～数千 m² の大きな湿田である。第 2 は中小河川の河畔に形成された、やや傾斜のある低湿地に立地する半湿田で、区画面積は数十～数百 m² と比較的小さな水田であった。

弥生時代後期から古墳時代にかけては、土木・灌漑技術の発達、さらには鉄器具の普及により、水田は谷筋や山麓地域にまで及ぶようになる。そのような立地の水田は、地表水利用の小型の乾田が多かった。農法的には常時灌水法から中干し法、水利的には自然灌漑から人工灌漑への移行もみられ、米づくりの生産性は上昇し、社会構造にも大きな影響を及ぼしていった。

古墳時代には、ほぼ国土を統一した大和朝廷が、班田収授の法と口分田により、水田・耕地を基盤とした社会・政治体制を確立する。さらに律令時代には、沖積平野を中心に水田化が進み、1 町方格の坪を単位とし、6 町方格 36 坪を里とした条里制もしかれた。条里水田では、稲作のための溜池や用水路が大規模かつ組織的に築造・管理された。

平安時代の 8 世紀から始まった荘園制度は、水田の開墾を進めたものの規模的には小型化した。10 世紀以降には政治の乱れが休耕田を増大させ「かたあらし」とよばれていた。荘園では、領地確保のために武士が台頭し、やがて武士政権の鎌倉時代へとつながった。鎌倉時代は関東を中心に開墾が進められ、乾田では水田二毛作もはじめられた。こうした農業生産力の増加と荘園領主の没落にともない農民の地位も向上し、自然集落の村を単位とした自治組織の「惣(そう)」が形成されるようになった。室町時代から戦国時代にかけては、稲作の集約化を通して、

自立しはじめた農民が一揆を起こす事態も生じた。

戦国時代を終焉させた秀吉は、刀狩りにより兵農分離を実行した。1582 年にはじまった太閤検地では土地測量を全国展開するとともに田地を上田、中田、下田に区分し、それに伴う年貢徴収を徹底させ封建支配の基礎を確立する。江戸時代には、幕府の新田開発の政策が各地で展開され、大規模な治水工事の基に、大河川中流の氾濫原、またその下流や河口のデルタなどにも水田が造られていった。

以上、水田の歴史をふまえ印旛沼の新田開発は享保期にはじめられた。これは印旛沼の洪水対策と一体化させ沼を東京湾とつなげる堀割工事を中心とするもので、その堀割、すなわち現在の新川・花見川の完成は、着手から 200 年以上経過した 1969 年であった。その間、1963 年から 1969 年に実施された「印旛沼開発事業」では、沼の約半分が干拓され水田化が進められた(白鳥, 2006)。

2. 水田の 4 タイプと里沼の水田

水田はあらゆる水環境の立地につくられたが、主に地形と水管理によって以下の 4 タイプに分類することができる(中村, 2001)。平野部の水田「平田」は、ほとんどが湿田で、水郷とよばれる地域もある。そこでは同一水路で用排水が兼用され、かつてその揚水には風車や足こぎ水車なども用いられていた。斜面傾斜地では「棚田」がつけられた。その多くは乾田で田越しの水管理がおこなわれてきた。谷津地形、すなわち洪積台地に樹枝状に刻まれる平らな谷底には湿田の「谷津田」が造られた。谷津田は谷斜面下の湧水と上流からの水を引き入れる用水路、谷の中央部に走る排水路とが分離している。さらに丘陵地の山の谷間には「谷戸田」がみられ、谷戸田は上流に向かって棚田状となる。

千葉県には「ヤツ」のつく地名が約 5,700 あると言われる(山田, 1998)。その中には谷津田タイプと谷戸田タイプが含まれているが、いずれにしてもその多さは特筆すべき状況である。イネ本来の生育地は河川沿いの平田タイプの立地であるが、そこは常に洪水にさらされ不安定である。水環境と立地の安定性を考えると「谷津田は水が自然に湧水で供給されるし、水害にもなりにくい。古代では一番栽培しやすかったのではないか(田渕, 1999)」との見解もある。

4 タイプの水田の稲作期間の水条件はほぼ同じであるが、非稲作時の水環境は大きく異なる。平田と谷津田は、地形的に非稲作時の冬期も水のある湿田が多いのに対し、棚田と谷戸田は、水はけが良く冬期は水のない乾田の場合が多い。湿田と乾田では生物相が大きく異なるが、それは特に非稲作時に顕著となる。年間の水環境が安定する平田と谷津田では水生昆虫から、魚類、鳥類に至る多様な水辺の動植物の生息・生育がみられる。植物については湿田の休耕地には湿性植物のガマやヨシが多いのに対し、乾田の棚田や谷戸田の休耕地では、セイタカアワダチソウやススキ等の乾性植物の生育が多くなる。

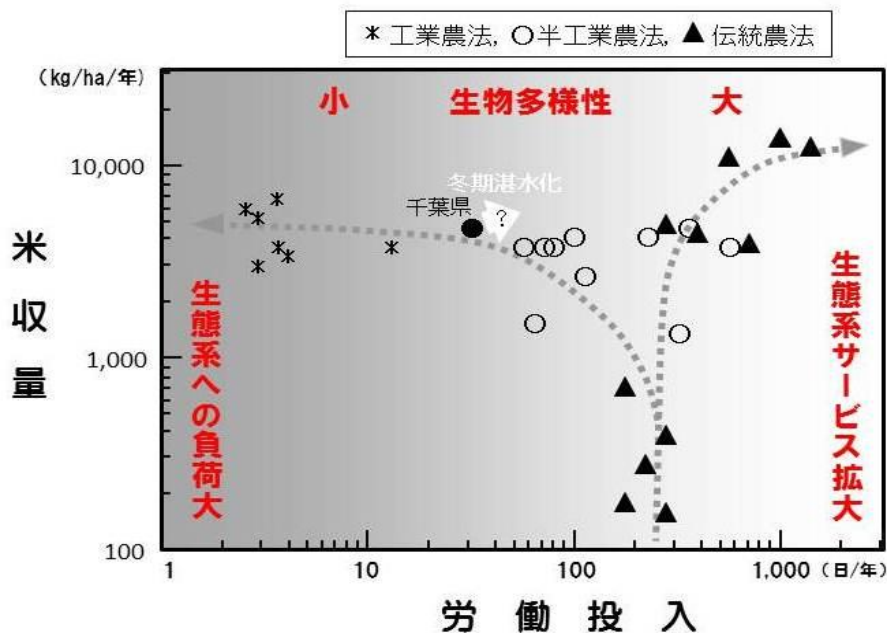


図1. 多様な稲作方法による米収量と労働力 (Shiva, 1991 と Boys, 2000 に加筆).

印旛沼流域では、上流部に谷津田が多く、また沼周辺では干拓地を含め平田が広がる。今回の萩山新田も北総台地の裾から沼面に若干の勾配があるものの基本的には平田タイプといえる。

3) 稲作の近代化と農業を取り巻く社会の変化

江戸時代は、新田開発とともに各地で農具や肥料・施肥等の農法に関しての工夫が凝らされた。千葉県では九十九里浜の「干鰯(ほしか)」や印旛沼の「モク採り」といった里海や里沼の産物の肥料化で稲作の生産性向上が図られてきた。

明治時代には、耕地整理や水利組合等の制度づくり、また灌漑施設や土地改良、畜力利用、多肥料化、品種改良等の技術の発展・普及によって稲作の集約化が進み、地域によっては、明治初期には反当たり収量約150kgだったものが、後期には300kgを超え年もみられ、大正時代にはその収量が安定してくるまでになった(石原, 2009)。

排水施設を拡大させ土地改良が進んだ昭和時代には、小麦等での水田二毛作が広まった。戦後も食料不足の解消に、農地改革および土地改良が進み、稲作の単位収量も1960年代には400kg/10aを超える。1960年代以降の圃場整備、すなわち大型区画、乾田化、水路のコンクリート化は機械化、農薬・化学肥料の多用等により、労働生産性の向上とともに単位収量を上昇させた。千葉県の単位収量は1998年以降500kg/10aを越え、年間の水稲労働も2005年には30時間/10aにまで低下している(北澤, 2011)。

世界の米づくりにおいても各地で増産の工夫が進められてきた。Shiva (1991) は、世界各地の米づくりの生産性について、単位面積当たりの収量と労働時間の関係から、その増産に向けた農法の変化の方向性を分析した(Boys, 2000)。アジア・アフリカで見られる伝統的農法の稲作では年間200~300日の労働

で、200~800kg/haであるが、緑の革命(green revolution)によって生産性を向上させた。しかし、伝統的農法でも中国雲南省のように労働力を大きくした集約化(involution)で稲作の単位収量を年10,000kg/haにまで高めている。一方、アメリカのように、単位面積当たりの収量は3,000~6,000kg/haに保ちながら工業化(industrialization)によって機械設備で労働力を省力化し年間3人日にまで低下させた稲作もみられる(図1)。

日本においては、戦後の経済成長の中で、稲作も機械化、工業化の方向でその生産効率を追求してきた。しかし大量の化学肥料や農薬また圃場整備等に大きなコストをかけたにもかかわらず、コメの国内消費の減少と国際競争によるコメ価格の低迷は、各地の稲作および水田、またその農家・農業に危機的状況をもたらしている。千葉県においても水田等の耕作放棄地は年々増加し、その拡大はイノシシ等の野生鳥獣の農業被害の急増の原因となっている(北澤ほか, 2011; 浅田, 2012)。その結果、農家・農地は急速に減少している(北澤, 2011)。また放棄水田等へのゴミ・廃棄物の投棄は、将来地下水の汚染源になりかねない状況もある。

水田の生態系サービス

1. 生態系サービスとは

生物・生命は、その土地環境と相まって、競争や共生、また食物連鎖の関係等で互いにかかわり、その全体は生態系をつくり出す。この生物多様性と生態系がもたらす人々への恵みは「生態系サービス(ecosystem services)」とよばれる(Millennium Ecosystem Assessment, 2005)。この生態系サービスは、以下のように4つのサービスから成っている。

人の生活に最も身近な食料や水、木材や繊維、薬や燃料等の生活に欠かせないものの資源を生態系の

「供給サービス (provisioning services)」とよび、また水や大気の浄化作用、洪水や土壌浸食の防止、そして森林の水源涵養や植物の蒸発散による温暖化抑止など環境の安定性にかかわる生態系機能を「調整サービス (regulating services)」とよぶ。さらに生態系は、芸術や美意識を育み、伝統技術や教育、観光のもとであり、そして自然への信仰やレクリエーションによる心の安らぎは人々の精神へ作用する「文化サービス (cultural services)」をもたらす。このような生態系の3つのサービスを支える基本的機能、すなわち水や栄養塩の物質循環、また生産・分解とエネルギーフロー、そして地形改変や土壌形成等については「基盤サービス (supporting services)」とよばれる。

2. 水田の生物多様性と生態系

水田にはイネが栽培され、その水の利用・管理はどのような場所でもほぼ同様である。また、水田はイネを栽培する田とそれを仕切る畦、また用水・排水の水路、さらに水確保のための溜池も大なり小なり必需施設である。これらの米づくりのために人がつくり出した多様な微地形はそれぞれに微妙な環境の違いがあり、結果としてもたらされた多様な水辺環境は、多様な動植物の生息・生育を支えている(中村, 1997)。

黒土に陽当たりの良い浅い水環境は、水田の本来かつ特有の環境条件である。冬から春のまだ気温の低いなかでも日に日に長くなる陽光を受け、水温・地温を上昇させて冬のさなかにも生物を育む温水環境をつくり出す。アカガエルやヒキガエル等の両生類の産卵とオタマジャクシの生息は、豊富なミジンコやイトミミズの発生など、その餌となる微生物とともに水田環境に大きく依存している(長谷川, 1999)。プランクトンなどの水中微生物や小型の水生昆虫、さらに多様な植物は、大型の昆虫やエビ・カニ類から魚類、両生類・爬虫類、鳥類、そしてイタチやタヌキの哺乳類に至る複雑な食物連鎖の生態系を形成している。かつてそこにはトキやコウノトリも普通に生息していた(中村, 2004)。

畦や畔・土手についても常に人為管理され、頻繁な草刈り管理がおこなわれている。これは、土壌表面の陽当たりを確保し、草原性の植物の生育を支えてきた。春の七草の多くは早春の畦の植物であり、秋の七草も夏から秋の畔や土手に多い。また、現在では少なくなってしまったが、水路にはコウホネやミクリ等の挺水性の植物、また溜池にはアサザやオニビシ等の沈水性の植物がその水条件に適合して生育する。

しばしば水田の最上流の溜池にウナギが生息する。海で産卵し河川で成長するウナギであるが、これは水田環境が海につながっていることを物語る(長谷川, 1999)。同じように水田のエビ・カニ類には海で産卵し水田まで遡上する種もある。このように人間が造った水田環境であるが、それは水環境の多様性と連続性をもたらす、まさに生物多様性の宝庫としての里山里海の生態系の中心的存在であったと言え

る(中村, 1997)。このように動植物の多様性を育んできた日本の水田に生息・生育する生物は5,470種に達している(桐谷, 2010)。

このような水田環境であったが、近代的稲作により、大量な農薬や化学肥料の使用、また圃場整備による乾田化や水路のコンクリート化が進み、水田や水路の生物多様性が減少した(中村, 2004)。その結果、植物相については帰化種が多くなっている状態も確認されている(大窪・前中, 1995)。印旛沼周辺の水田地帯では、カミツキガメの繁殖や強雑草のナガエツルノゲイトウやオオフサモが急増し問題となっている(吉田ほか, 2011)。

このような近代化された水田の冬期湛水化は、生物多様性と生態系にさまざまな変化をもたらした。今回の冬期湛水研究の結果(表1)を含め様々な研究において、冬期湛水によってミジンコをはじめ多くのプランクトンや原生動物(林ほか, 2012)からイトミミズやユスリカ(岩渕, 2002; 小山, 2002)、また巻き貝(長, 2011)やアカガエル、トウキョウダルマガエル等の両生類の発生、増加(倉西, 2012; 田中, 2012)、さらには魚類(田中, 2012)や生息・飛来する鳥類の増加(新保・柳沢, 2002; 神ほか, 2012)が確認された(図2)。植物は年間を通じて冬期湛水による種類の増加がみられ、植物量では夏に冬期湛水田、また冬は慣行水田で多かった(図3)雑草群落も乾性植物から湿性植物、また越年生草本の顕著な減少もみられた(金子・中村, 2012)。そしてこのような状況は生態系の食物連鎖のピラミッド構造を安定性化させ、雑草や害虫の大発生を制御する機能も持っている(小山, 2002)。

3. 基盤サービス (肥沃な土壌の形成)

生物多様性を育む生態系の構造は、水田土壌の形成に大きく作用する。冬期湛水は水生生物の活性を高める。特にイトミミズ類やユスリカ幼虫の排泄物と行動は、水田表土として「トロトロ層」を形成する。この層は肥料分が豊かであるばかりか、雑草の発芽抑制の効果もあり、イネの生育にとってはきわめて好条件の土壌環境をもたらす(岩澤, 2010)。

4. 供給サービス (米収穫と食糧としての水田生物)

かつて稲作技術を単位収量で競う米づくり日本一コンテストがおこなわれていた。これは戦後の米の増産を奨励するもために1949年からスタートして約20年間続けられた。当初米作日本一は10a当たり700kgであったが、1955年以降は1,000kgを越える状況になった。しかし、米づくりの近代化が進んだ、1960年代には1,000kgを超えることはなかった。この日本一の収量の低下は、かつての有機肥料や客土と人力・畜力による水田基盤ときめこまやかな水管理による多収穫の構造が、化学肥料の普及と農薬の多用によって日本一を競う農家においても大きく影響したためと考えられている(石原, 2009)。

米づくりのエネルギー収支についての解析がある(宇田川, 1976)。1950年の日本の米作りでは投入エネルギーに対する収量エネルギーは127%であり

表 1. 冬期湛水試験による慣行水田と冬期湛水田の各調査結果の比較.

類別	項目	調査期間	慣行水田	冬期湛水田	報告者	備考
水質	硝酸態窒素 (mg/l)	2006年3月-2009年2月	0.54	0.15	小倉久子・前田敦志・上原浩・冬期湛水みためし水質調査隊	深さ0.5-1.2mの地下水, 22回
	アンモニア態窒素 (mg/l)	2006年3月-2009年2月	0.89	0.68		深さ0.5-1.2mの地下水, 22回
土壌	地耐力 (Mpa)	2006	0.87	0.96	小倉久子・金子文宣・前田敦志・冬期湛水みためし水質調査隊	深さ15cm, 稲刈り後湛水前各5地点
		2007	0.63	0.72		
		2008	0.57	0.68		
原生生物	現存量 (細胞数/ml)	2005. 6月-2008. 12月	13,800□	36,700□	林紀男・稲森隆平 岩渕成紀・徐開欽	30ml, 4力所, 約300回×3年
	年間総現存量 (細胞数/ml/年)	2005. 6月-2008. 12月	1.1×10 ⁷	1.2×10⁸		
動物	底生動物 (個体数/4,800cc)	2006年5月□	264□	411□	倉西良一	400cc, 12点, 表層及びコア
		2007年4月□	7□	264□		
	ミミズ類 (個体数/2,400cc)	2006年5月□	20□	374□		400cc, 6点, 表層
		2007年4月□	0□	64□		
	水生動物・種数 (/0.9ha)	2005年8月, 2006年8月	4□	9□	田中正彦	目視・採集, 2回
	鳥類・種数・昼間 (/0.9ha)	2005年8月-2010年3月	19□	26□	神伴之・百目木純子 大野美枝子 佐久間忍	9:00-12:00 56回
	種数・夜間 (/0.9ha)	2005年9月-2010年3月	2□	6		21:30-22:30 31回
	鳥類・個体数・昼間 (/0.9ha)	2005年8月-2010年3月	364□	338□		9:00-12:00 56回
	個体数夜間 (/0.9ha)	2005年9月-2010年3月	10□	391□		21:30-22:30 31回
植物	植物(雑草)種数 (/10m ²)	2008年8月□	10□	14□	金子是久 中村俊彦	1mx1m, 10ヶ所
		2008年10月□	17□	22□		
		2008年12月□	4□	8□		
	植物(雑草)量 (100cm ³ /m ²)	2008年8月□	1,155	2,856		1mx1m, 10ヶ所
		2008年10月□	553	589		
		2008年12月□	569	20		
米	精玄米重量 (kg/1,000m ²)	2006年	515□	441	千葉県印旛農業振興センター	3-3m ² 3ヶ所で円形坪刈り
		2007年	580□	582		
		2008年	566□	652		

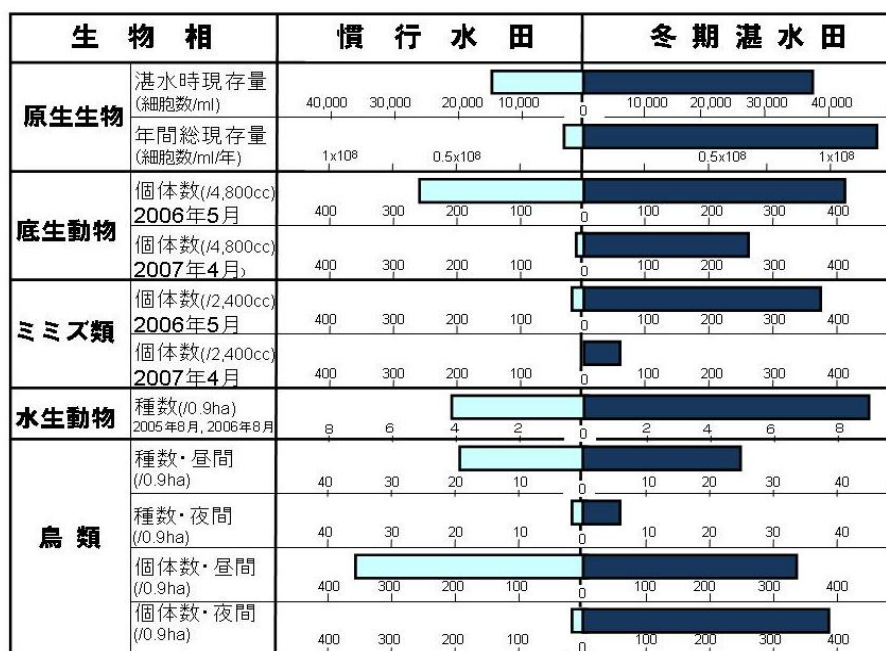


図 2. 慣行水田と冬期湛水田における原生生物・動物相の違い
(林ほか, 2012; 倉西, 2012; 田中, 2012; 神ほか, 2012).

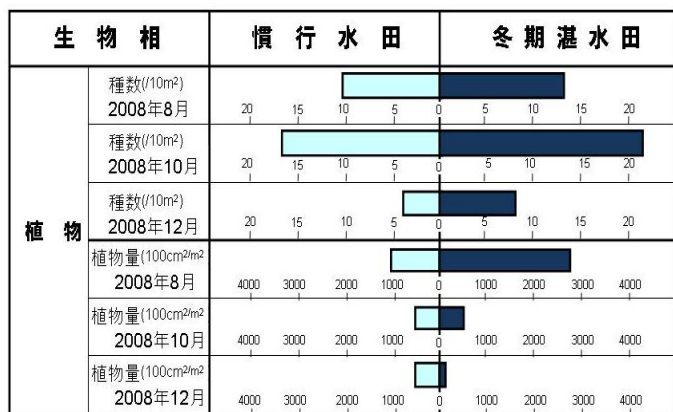


図3. 慣行水田と冬期湛水田における植物相の違い (金子・中村, 2012) .

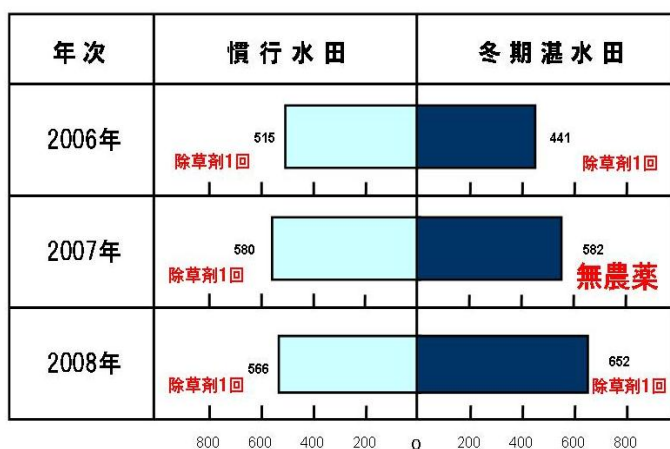


図4. 慣行水田と冬期湛水田におけるコシヒカリ精玄米の収穫量 (kg/10a) の違い. (千葉県印旛農業事務所, 2012) .

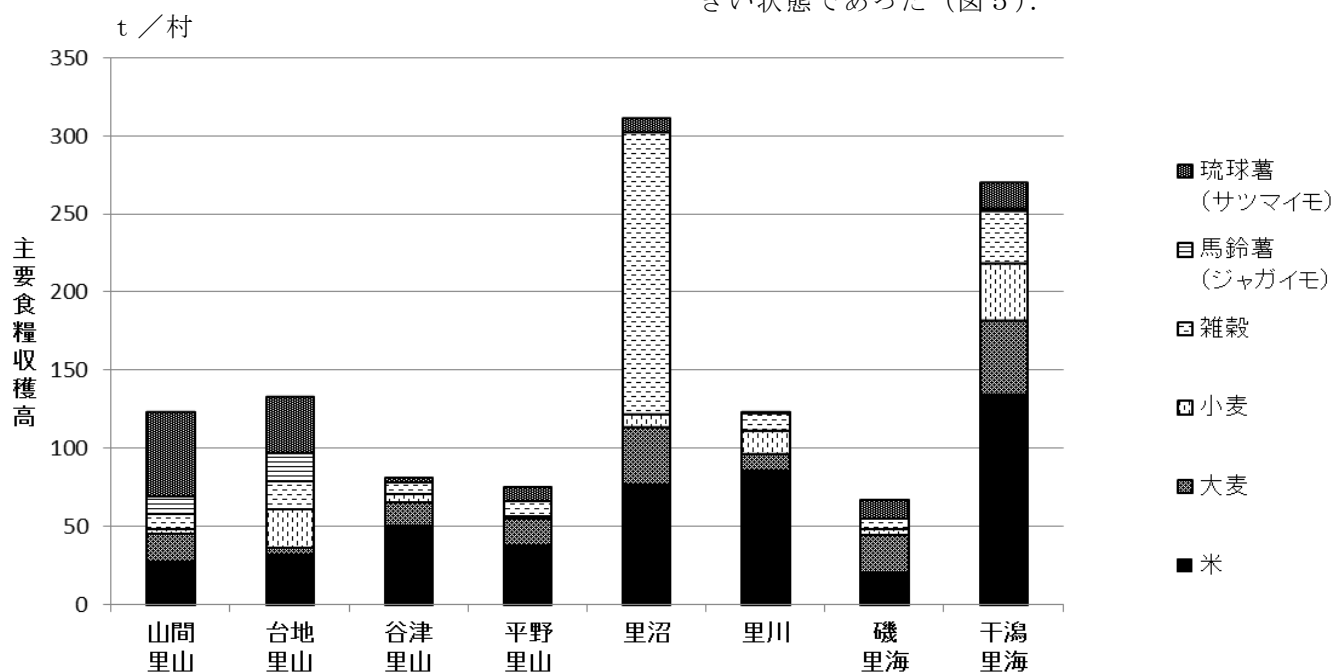


図5. 里山里海各タイプの村の主要な食料の生産 (中村・小島, 2011) .

エネルギー収支はプラスであった. しかし1974年になると, 投入に対する収量エネルギーは38%となり, エネルギー収支は大幅なマイナスになる. 今回の冬期湛水試験においては, 冬期湛水した水田の米収量は, 慣行農法の水田には及ばないであろうと予想していた. しかし, 1年目こそ慣行区の方が上回ったが, 2年目, 3年目は, 冬期湛水区が慣行区を上回る結果が得られたのである (図4). しかも冬期湛水区は農薬や化学肥料もほとんど使用しない米づくりであった.

北海道での冬期湛水試験では, 慣行に比べ, 出穂が遅く, 米収量は1-2割低い結果となっている. またタンパク質含有量が冬期湛水によって高くなり, 食味指標は低下したが, それでも販売価格は2割から9割の増加と報告されている (濱村ほか, 2011). 今回の冬期湛水試験によって収穫された米の価格についても通販で2割~9割増の価格での販売実績があった.

水田に生息・生育する動植物にはイネ以外にも食糧になるものが多い. 水田用水系に生息するドジョウやタニシ, コイ, フナ, ウナギ, エビ類は, かつて漁撈や養殖の対象であり, その農家にとっては重要なタンパク源の「オカズトリ」のみならず時にその生計を支えるものでもあった (安室, 1998).

かつて印旛沼周辺の農家では, 「モク採り」とよばれた水草の採取が水田肥料の大きな部分を賄っていた (白鳥, 2006). またその水路や沼のナマズやコイ, フナ, ドジョウ, エビ類などの漁撈が稲作と一体化した生活・生業が展開され, 冬期にはガン・カモ類等の多くの渡り鳥の越冬地でもあった. 印旛沼周辺の里沼の村々には水源の谷津田や台地上の畑作とともに豊かな沼の生態系からさまざまな供給サービスがもたらされていた (中村・小島, 2011; 吉田ほか, 2011). 明治期の里山里海各タイプの1村当たりの主要な食料の生産においては, 里沼での収穫が最も大きい状態であった (図5).

5) 調整サービス（水質浄化）

生態系の調整サービスにかかわる水田の機能としては、水涵養、洪水防止、水質浄化、土砂崩壊防止、土壌浸食防止が上げられている（関矢，1992）。このうち今回の冬期湛水試験では、水質浄化機能が強化されることが明らかになった。

米づくりには窒素が必要であり、一作 ha 当たり 160kg 以上の窒素が吸収され、最も多く吸収されるのはアンモニア態窒素である（吉田，1986）。その状況のなかで水田に施肥される窒素量は 100 kg/ha といわれる。こうした窒素肥料に加え用水に含まれる窒素分も米づくりのために水田に取り込まれる。その一方で、水田からの排水で出て行く窒素分が周辺の水環境の汚染の原因になる場合もある（田淵，1999）。

水田の窒素分はイネの養分として取り込まれる。したがって富栄養の用水に含まれる窒素やリンが稲作に使われれば施肥を減少させ、水質浄化の役割を果たすことになる。このような観点から、中村・石原（2004）は、手賀沼の水を用い、通常施肥と無施肥での米づくりとの用水、排水の水質調査の比較から、水質浄化機能と稲作の経済性について検討した。通常施肥では水田への流入水に比べ流出水で窒素量が増加しているのに対し、無施肥では流出水で窒素が減少し水田水質浄化機能が確認された。また経済性についても、無施肥で米収量が若干減少するものの施肥等の経費がかからないために、通常施肥より無施肥の方が経済的という結果になった。

水田の窒素除去能力について、田淵（1998）によると 1 日当たり 1 kg/ha となり、灌漑期間 100 日の場合では 100 kg/ha と見積もられている。そしてさらに湧水豊富で灌水の途絶えることのない谷津田ではその 8 倍以上になると推定している。

6) 文化サービス（信仰と生命観）

日本人の名字に最も多く使われている文字は「田」であるという（静岡大学人文学部言語文化学科城岡研究室のホームページによる）。このことは水田・米づくりが、いかに日本人の精神・文化に大きな影響を与えてきたかを象徴している。自然の四季の変化と一体となっている米づくりは、それに調和した日本人の生活・生業のリズムとともにさまざまな行事や祭り、慣習をもたらした。春には山から里にやってくる田の神は、秋には山に戻って山の神になるという（佐々木，1971）。この作神または農神信仰は、日本各地の春祭り、秋祭りの原点であり、稲作の厳しさを癒す娯楽のひとつでもある。また協力・協働が必要不可欠の稲作にとっては、関係者間の親睦や結束を確認し、その人間関係を持続させるシステムとしても重要であったと言える。

「常陸国風土記」に夜刀神（ヤトノカミ）伝説が残されている（山田，1998）。

奈良時代以前、箭括麻多智（やはずのまたち）という人が谷津の芦原を見て新田開発をしようとした。しかしそのとき、蛇の群れの姿をした夜刀神がやってきて新田開発の邪魔をした。箭括麻多智はこれを打ち負かし追いやったのだが、その時、山の入り口

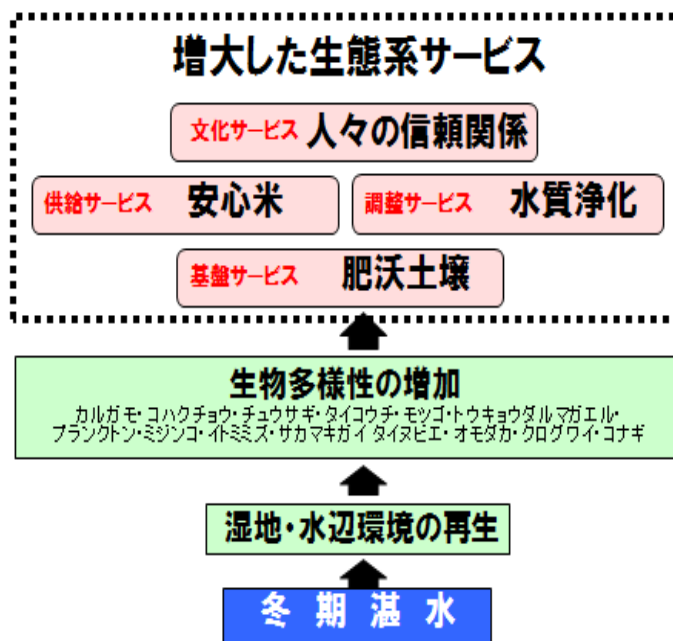


図6. 冬期湛水による生物多様性と生態系サービスの変化。

に杭を打ち、「是より上は神の地となし、此より下は人の田となすべし」として社を設け、夜刀ノ神を祀った。まさに、谷津の開発に際しても、自然を畏敬し谷津奥が神聖かつ田の水源として重要な区域ということをしかり認識していたにちがいない。そしてこのような伝説には人々の自然に対する大きな知恵とともに、その知恵を後世に伝えようとするおもいがみえてくる。

農業の近代化政策は、人の助け合いや分かち合いの農業ではなく機械化による徹底した省力化と経済面での効率化を目指したものであった。これによって水田稲作の米づくりのなかで培われてきた多くの日本の伝統的な技術や文化が消失していった。

今回の冬期湛水試験では、慣行農法とは異なる農作業や調査データの収集の作業が必要になった。これは、農家にとっては手間の追加にほかならない。しかし、その作業には多くの市民の手助けがあった。これはもちろん市民また農家にも苦労が多かったにちがいない。だが、その中で互いの交流や信頼感が生まれ、助け合いと分かち合いを共有できたことは大きな収穫であった。

水田の畦や水路、ため池はそれにかかわる人々にとっては様々な動植物にふれることのできる場でもある。このような水田での生物・生命との出会いは、日本人にとっての自然観・生命観の源泉にもなっていた。最近では、「自然欠損障害」といった言葉まで出てきたが、特に子どもたちの里山里海などでの生物とのかかわりは人間の自然・生命への学びとともに感性の育みにもつながることが明らかになってきている（中村・青木，2011）。水田の生態系がもたらす、文化サービスは、日本の伝統文化の源泉ともなっている。

おわりに

日本の米づくりにおいては機械化、工業化によって単位収量を増加させ経済効率を上げる対策を進めてきた。しかしこの方向性は、国際競争の市場経済の中で継続させることは困難な状況になっている。もちろん、日本で機械化、工業化で活路を見出すことを否定するものではないが、日本の自然的、社会的条件下においては、広大な土地や安価な労働力の海外との競争を勝ち抜くことは難しい。

水田稲作による米づくりは日本の食の安全保障の根底であり、治水・利水や生物多様性の面から日本の自然環境および日本人の生活・文化を支えて来た。このような米づくりの伝統は人・自然・文化が一体となって長い歴史とともに進化し、また時には淘汰された結果として、日本人にとっては大きな総合的価値とともに科学的合理性をも備えている。

1998年宮城県大崎市の「蕪栗沼」に隣接する水田でマガンの増づくりがきっかけで始められた冬期湛水による米づくり（荒尾，2012）は、2005年秋にコウノトリを放鳥した兵庫県豊岡市では、34年ぶりのコウノトリを育む農法として実施されている（中貝，2012）。また、千葉県野田市でも生物多様性を取り戻しコウノトリが棲める環境を目指し冬期湛水がきわめて大規模に展開されている（根本，2012）。

冬期湛水の米作りは決して近代的水田稲作を後戻りさせるものでないことはもちろん、何かを犠牲にしてむりやりに実施するものでもない。それは経済効率で失われた私たちにとって大切なものをよみがえらせ、本来水田が有していた多様な価値と大きな生態系サービスの再生につながる可能性を持っている（図6）。このような冬期湛水による米づくりであるが、農法としてはまだまだ「みためし」の段階であり、日本の米づくりの将来への大きな可能性の一つとしてもそのさらなる調査研究と各地での現場展開が期待される。

このプロジェクトを立ち上げ、遂行するにあたっては印旛沼水循環健全化会議の虫明功臣委員長はじめ、同委員会の委員および関係者の方々、そして冬期湛水の試験水田を提供いただきかつ稲作を実行していただいた三門増雄さんに心より感謝申し上げます。本報告のデータの取りまとめから報告書全体の編集作業には小島由美さんに多大なご支援をいただきました。本プロジェクトに参加いただいた多くの方々のご支援・ご協力に厚く御礼申し上げます。

文献

浅田正彦. 2012. 千葉県におけるイノシシとアライグマによる農作物被害と分布調査（2010年度）. 千葉県生物多様性センター研究報告 5 : 10-20.
荒尾稔. 2012. 冬期湛水（ふゆみずたんぼ）による人と水鳥との共生Ⅰ：宮城県・大崎市田尻地区内「蕪栗沼の奇跡」. 印旛沼流域水循環健全化調査研究報告 1 : 113-120.
Boys, F. F. Antony. 2000. Food and Enegy in Japan. Research Journal of Ibaraki Christan Junior Collage 40:29-132.

林 紀男・稲森隆平・岩渕成紀・徐 開欽. 2012. 冬期湛水が水田の原生生物現存量に及ぼす影響. 印旛沼流域水循環健全化調査研究報告 1 : 63-68.
石原邦. 2009. 21世紀農業技術の方向. 大日本農会叢書 8 : 139-190. 大日本農会.
岩渕成紀. 2002. 生きもの調査の方法とその結果から. NAP（編）, 田んぼの生きものたちに聴く国の未来. pp.10-13. メダカのがっこう.
岩澤信夫. 2010. 究極の田んぼ. 209pp. 日本経済新聞出版社.
神伴之・百目木純子・大野美枝子・佐久間忍. 2012. 印旛沼とその周辺水田の鳥類. 印旛沼流域水循環健全化調査研究報告 1 : 78-86.
Kaneko, Korehisa and Toshihiko Nakamura. 2011. Effects of the inhibition of weed communities by winter-floodin. Agricultural Sciences 2(4): 383-391.
金子是久・中村俊彦. 2012. 冬期湛水が水田雑草に及ぼす影響. 印旛沼流域水循環健全化調査研究報告 1 : 87-94.
桐谷圭治（編）. 2010. 田んぼの生きもの全種リスト. 426pp. NPO 法人農と自然の研究所. NPO 法人生物多様性農業支援センター.
北澤哲弥. 2011. 里山における農地利用と生態系サービス. 千葉県生物多様性センター研究報告 4 : 70-88.
北澤哲弥・浅田正彦・東出 満. 2011. 里山における野生鳥獣保護管理と生態系サービス. 千葉県生物多様性センター研究報告 4 : 105-123.
小山 淳. 2002. 田んぼの天敵相に配慮した水田農業. NAP（編）, 田んぼの生きものたちに聴く国の未来. pp.16-17. メダカのがっこう.
倉西良一. 2012. 冬期湛水前後の水田内の底生動物相の比較（水生生物を中心に）. 印旛沼流域水循環健全化調査研究報告 1 : 73-75.
Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. World Resouces Institute. Island Press, Washington DC.
守山 弘. 1997. 水田を守るとはどういうことか. 205pp. 農文協.
中貝宗治. 2012. コウノトリと共に生きる：豊岡の挑戦から. 歩いて見よう！利根運河 50 : 4-9.
中村俊彦. 2004. 里やま自然誌. 128pp. マルモ出版.
中村俊彦. 2001. 谷津田の自然. （財）千葉県史料研究財団（編）千葉県自然誌本編 5 : 千葉県の植物 2（植生）. pp. 742-752. 千葉県
中村俊彦. 1997. 日本の農村生態系の保全と復元Ⅲ：伝統的農村・里山自然の重要性と保全. 国際景観生態学会日本支部会報 3(4) : 57-60.
中村俊彦・青木慎哉. 2011. 里山里海の子どもの自然体験と学校ビオトープ. 千葉県生物多様性センター研究報告 4 : 183-190.
中村俊彦・石原正規. 2004. 施費と無施費の水田の環境・経済的解析. ちば谷津田フォーラム会誌 10:1-3.
中村俊彦・小島由美. 2011. 明治時代の里山里海の「村」の構造と生産. 千葉県生物多様性センター

- 研究報告 4 : 22-34.
- 中村俊彦・北澤哲弥・本田裕子. 2010. 里山里海の構造と機能. 千葉県生物多様性センター研究報告 2 : 21-30.
- 根本 崇. 2012. 野田市の取り組み. 歩いて見よう! 利根運河 50 : 2-3.
- 新保國弘・柳沢朝江. 2002. 千葉県流山市新川耕地の休耕地に渡来した鳥類 (2000 年秋期). 我孫子市鳥の博物館調査研究報告 10 : 23-31.
- 日本の里山・里海評価. 2010. 里山・里海の生態系と人間の福利: 日本の社会生態学的生産ランドスケープ概要版-. 国際連合大学, 東京.
- 大窪久美子・前中久行. 1995. 基盤整備が畦畔草地群落に及ぼす影響と農業生態系での畦畔草地の位置づけ. 日本造園学会誌 58(5) : 109-112.
- Shiva, Vandana. 1991. The violence of the Green Revolution. 264pp. Zed Books Ltd. London.
- 関矢信一郎, 1992. 水田のはたらき. 157pp. 家の光協会.
- 佐々木高明. 1971. 稲作以前. 316pp. 日本放送出版協会.
- 佐藤洋一郎. 2002. 稲の日本史. 197pp. 角川書店.
- 志村博康. 1982. 水田・畑の治水機能評価. 農業土木学会誌 50:25-29.
- 白鳥孝治. 2006. 生きている印旛沼. 161pp. 崙書房.
- 長谷川雅美. 1999. 田んぼをめぐる生態系: 人と生き物の動きに注目して. 遺伝 53(4) : 21-25.
- 濱村美由紀・中村隆一・塚本康貴・田中一生. 2011. 生物多様性と水稻生産の調和を目指した冬期湛水技術の評価. 北海道立総合研究機構環境科学研究センター (編), 北海道生物多様性保全モニタリングに関する研究報告書. pp. 107-126. 北海道立総合研究機構環境科学研究センター.
- 田淵俊雄. 1998. 水田の浄化機能を中心とした地形連鎖システム. 農林水産省ほか (監), 農業・農村と環境. pp. 84-88. 養賢堂.
- 田淵俊雄. 1999. 世界の水田・日本の水田. 220 pp. 農文協.
- 田中正彦. 2012. 冬期湛水前後の水田の魚類等水生生物相. 印旛沼流域水循環健全化調査研究報告 1 : 76-77.
- 長 雄一. 2011. 北海道における水田生物相モニタリング手法の研究. 北海道立総合研究機構環境科学研究センター (編), 北海道生物多様性保全モニタリングに関する研究報告書. pp. 127-145. 北海道立総合研究機構環境科学研究センター.
- 宇根 豊. 1996. 田んぼの忘れもの. 195pp. 葦書房.
- 宇田川武俊. 1976. 水稻栽培における投入エネルギーの推定. 環境情報科学 5(2) : 73-79.
- 安室 知. 1998. 水田をめぐる民俗学的研究. 623 pp. 慶友社.
- 吉田昌一 (村上登ほか訳). 1986. 稲作科学の基礎. pp. 316. 博友社.
- 吉田正彦・山口和子・石崎晶子・小倉久子・中村俊彦. 2011. 里沼における人の営みの変遷と生態系サービス. 千葉県生物多様性センター研究報告 4 : 124-151.
- 山崎不二夫. 1996. 水田ものがたり: 縄文時代から現代まで. 188pp. 農文協.
- 山田秀三. 1998. 関東地名物語. 161pp. 草風館.
-
- The History of Japanese Rice Cultivation and the Ecosystem Services of Winter-flooded Rice-paddy. Toshihiko Nakamura.