

カドミウム吸収抑制のための湛水水田 における収穫時の地耐力確保対策

小野寺和英, 島 秀之, 長谷川 榮一¹⁾

Control Technology for Maintaining Sufficient Bearing Capacity by Flooding Paddy Fields for Cadmium Absorption Control

Kazuhide ONODERA, Hideyuki SHIMA and Eiichi HASEGAWA¹⁾

抄 録

宮城県内のカドミウム汚染地帯では、水稻のカドミウム吸収抑制のため出穂期前後 50 日間の湛水管理が行われている。湛水管理が行われている水田のほとんどは重粘土水田であり、特に 8～9 月が多雨の場合には、収穫時に水田の地耐力が不足し、コンバイン収穫時に支障をきたすことがあり、湛水管理推進上の課題となっている。水稻のカドミウム吸収を抑制するとともに収穫時の地耐力を確保できる対策について検討したところ、「中干し」に「移植後落水」を組み合わせることが有望であることが明らかとなった。

〔キーワード〕 移植後落水, 湛水管理, 地耐力, カドミウム, 水稻

Key word: surface drainage after transplantation, control flooding, bearing capacity, cadmium, rice plant

緒 言

玄米及び精米中カドミウムの基準値は 0.4ppm 以下と定められており、水稻のカドミウムの吸収抑制対策のため、宮城県内のカドミウム汚染水田では、出穂期前後 50 日間（出穂期前 25 日間・出穂期後 25 日間）の湛水管理が行われている。

湛水管理が行われている水田は重粘土水田がほとんどであり、8～9 月が平年より降雨が多い場合は収穫時に土壌が柔らかいため、地耐力を確保できず、コンバイン等の収穫作業に支障をきたすことが多く、湛水管理推進上の課題となっている。

そこで、水稻のカドミウムの吸収を抑制するとともに、収穫時期に地耐力を確保できる方法を検討したので報告する。

調査および方法

試験水田は、K 市内のカドミウム汚染米の市場流通を防止するため、産米をロット調査している分離調整区域内の本暗渠未施工で、過去に耕地整理された 10a 区画水田から選定した。年次ごとの管理状況

第 1 表 試験水田の管理状況

試験年次	No	移植月日	移植後落水(落水期間)1)	中干し2)	落水時期3)	圃場名
2006	6-1	-		○	25日後	K22
	6-2	-	x	x		
2007	7-1	5月11日		○	19日後	K24
	7-2	5月12日	x	△	20日後	
2008	8-1	5月7日	○: 落水(5/12~6/5)	△	25日後	K24
	8-2	5月18日	x		22日後	014-1
	8-3	5月7日		○	- 4)	K23
2009	9-1	5月5日	○: 落水(5/18~6/1)			K23
	9-2	5月5日		○	25日後	K22
	9-3	5月10日	x			A54-1

1) 移植後落水 ○: 実施(実施時期), x: 未実施

方法: 移植 1~2 週間後に落水し, 2~3 週間程度落水を保ち, 再び入水する(第 1 図参照)

2) 中干し ○: 中干し(土壌に亀裂が入り, 足跡が土壌表面に残る程度)

△: 軽度中干し(土壌に小さな亀裂が入り, 足跡が 2~3cm 沈む程度)

x: 実施なし

3) 落水時期: 出穂期からの経過日数

4) 出穂前から漏水が激しくなり, 落水時期を特定せず

No8-1・No8-3 はは第 1 表のとおりである。作付け

した水稻品種は「まなむすめ」、他はすべて「ひとめぼれ」である。

地耐力の調査は、矩形板沈下量¹⁾で評価した。この方法は金属製の矩形板（長方形の板：縦100×横50mm）を0.1MPaの力で田面を押し込んだ時の沈下量であり（第2図）、調査者が水田内を対角線に移動しながら、10地点を測定し、平均値をその水田内の沈下量（mm）とした。

収穫期に坪刈りを行い、玄米カドミウム濃度の測定や収量調査を行った。一部の水田では、1地点に白金電極3本を土壤に挿入（深さ5cm程度）したまま、水田の土壤Eh（酸化還元電位）の推移を調査した。



第1図 移植後落水の田面状況（2008年6月1日）

落水は5月12日に実施



第2図 矩形板沈下量の測定状況（2010年9月）

結果および考察

1. 水管理方法による地耐力の変化

各年次における矩形板沈下量の推移を第3～6図に示した。また、第7図にはアメダス築館における平年降水量（1971～2000年）を100とした場合の調査年の8月と9月の月別降水量の比並びに2ヶ月合計降水量の比を示した。試験年次により降水量に変動があり、2ヶ月合計の降水量は2008年が平年並みで、他は平年を下回っていた。

1) 中干し（2006年）

土壤に亀裂が入り、土壤表面に足跡が残る程度の中干し（6月25日頃から12日間程度）と出穂25日後に落水を行ったNo6-1（カドミウム吸収抑制のための通常水管理、以下、通常水管理）および中干しなしで通常水管理のみを行ったNo6-2とも収穫期にコンバイン作業が支障なく実施できる目標地耐力（矩形板沈下量30mm以下）は確保できなかった（第3図）。

2006年は8月の降水量は平年比26%と少なかったものの9月が122%と多かったため（第7図）、中干しのみでは、目標地耐力が確保できなかったと考えられる。

2) 出穂期後の早期落水（2007年）

2006年は中干しのみでは目標地耐力が確保できなかったため、2007年に出穂後の落水時期を早める検討を行った。土壤表面が乾燥し、足跡が2～3cm沈む程度の軽度中干し（6月25日頃から7日間程度）と出穂期後20日に落水を行ったNo7-2は目標地耐力を確保したが、中干しと出穂期後19日落水を行ったNo7-1は確保できなかった（第4図）。

2007年8・9月の降水量は平年より少なかった（8月平年比50%・9月68%）が（第7図）、No7-1は周辺水田の中では最も低い位置にあり、排水性が特に悪いため、目標地耐力を確保できなかったためと考えられる。

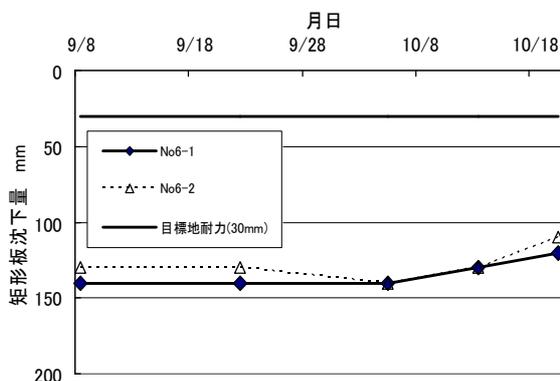
No7-2は排水性が良いため、8月30日の矩形板沈下量の測定以降、地耐力が優れ、収穫期には、目標地耐力を確保できたと考えられることから、排水性の良い水田では中干しと出穂後の早期落水の組合せは有望と思われた。

3) 移植後落水と中干し (2008, 2009年)

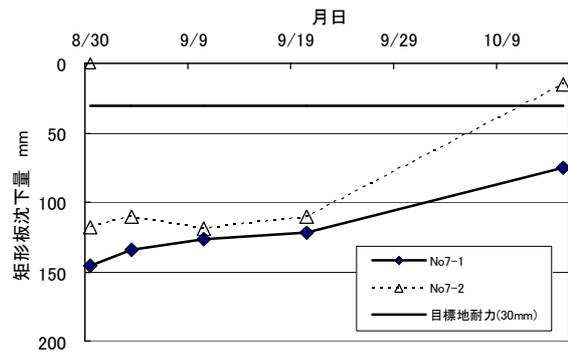
目標地耐力の確保を行うための新たな手法として、移植後苗が活着し終わる7～14日後に落水し、2～3週間程度落水を保ち、再び入水する移植後落水(第1図参照)について、中干しとの組合せで検討を行った。

2008年には軽度中干しと出穂期後22日に落水したNo8-2は目標地耐力に達しなかったが、農道をはさんで隣接するNo8-1は移植後落水と軽度中干しを組み合わせたとこ(落水は出穂期後25日)、目標地耐力に近づいた。2008年9月の降水量は平年比43%と少ないが、8月は175%と多く(第7図)、地耐力確保に影響すると思われる多雨条件下で、移植後落水の地耐力確保に対する効果が認められた(第5図)。No8-3はNo8-1の対照とする予定であったが、目標地耐力に達しているものの、出穂期前後から漏水が激しくなったので比較対照に用いなかった(第1表脚注参照)。

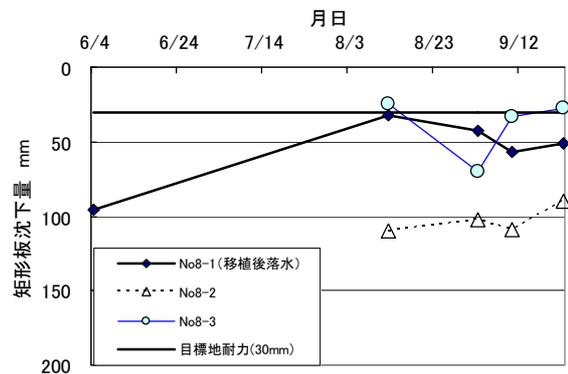
2009年には、移植後落水と中干しを組み合わせたとこNo9-1(落水は出穂期後25日)、並びに中干しと通常水管理を実施したNo9-2、No9-3も目標地耐力を確保した。なかでも、移植後落水を行ったNo9-1がNo9-2より7日程度早く目標地耐力に達した(第6図)。これは移植後落水により土壌が固化された効果で、目標地耐力に早く到達することができたものと考えられる。2009年8月の降水量は平年比76%と少なく、9月も15%とさらに少ない条件下であったが(第7図)、移植後落水が最も早期に目標地耐力に達していたことは、2008年の試験結果とも併せ、中干しに移植後落水を組み合わせる水管理は収穫時の地耐力確保に有効な技術と考えられる。



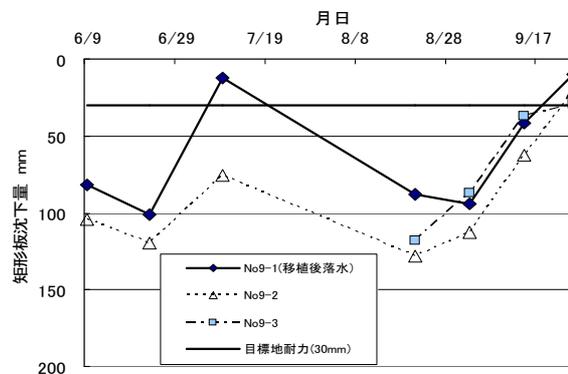
第3図 中干しと矩形板沈下量 (2006年)



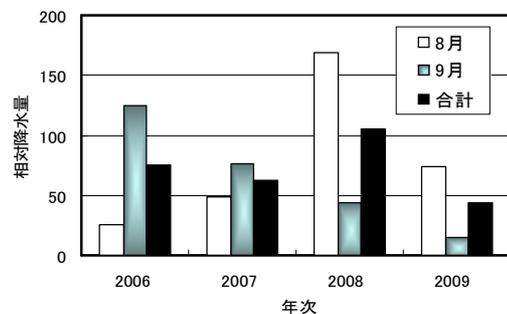
第4図 出穂期後の早期落水と矩形板沈下量 (2007年)



第5図 移植後落水と矩形板沈下量 (2008年)



第6図 移植後落水と矩形板沈下量 (2009年)



第7図 試験実施年の8月および9月の相対降水量

(アメダス築館)

平年(1971~2000年)を100とした相対降水量

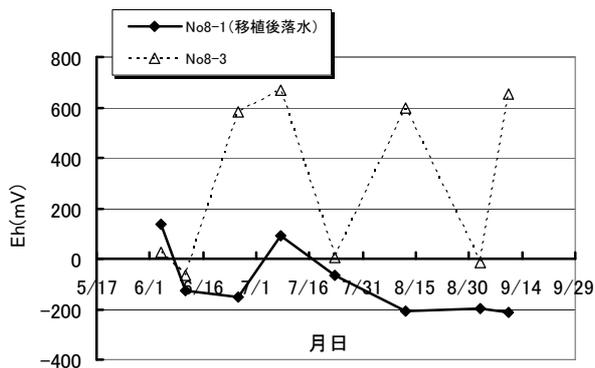
2. 移植後落水の影響

1) 水稻生育および精玄米重

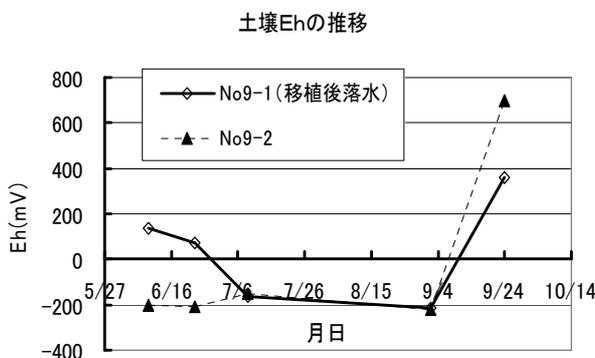
移植後落水を実施した No8-1 と No9-1 では入水以降に茎数が増加し、穂数は通常水管理を実施した、No8-2 と No9-2 に比較すると多くなったものの、精玄米重は同程度となった。これは、移植後落水終了後の入水による、急激な分けつ発生に伴う茎数増加に起因して、1穂あたりの籾数減や登熟歩合の低下に結びついたためと考えられる。

第2表 移植後落水が茎数の推移と玄米カドミウム濃度、精玄米重にあたる影響(2008-2009年)

年	No	6/13	6/26	7/8	穂数 本/m	精玄米重 kg/a	玄米Cd mg/kg
		本/m	本/m	本/m			
2008年	No8-1	205	586	682	517	56.5	0.14
	No8-2	153	442	580	402	58.6	0.01
	No8-3	247	627	740	555	56.0	0.42
		(6/9)	(6/23)	(7/9)			
2009年	No9-1	250	582	561	568	52.0	0.07
	No9-2	200	333	541	467	53.3	0.04



第8図 移植後落水による土壌 Eh の推移(2008年)



第9図 移植後落水による土壌 Eh の推移(2009年)

2) 土壌 Eh の推移と玄米カドミウム濃度

2009年の移植後落水 (No9-1) の玄米カドミウム濃度は、通常水管理 (No9-2) と同程度であり、移植後落水により高まることはなかった (第2表)。このときの土壌の酸化還元電位の推移 (第5図) は、入水後1ヶ月間程度は通常水管理よりも高いが、それ以降は通常水管理と同程度の還元状態となり、特にカドミウム吸収抑制に重要な出穂期前後50日間も還元状態が維持されたため、水稻へのカドミウム吸収は抑制されたと考えられる。

一方、2008年の移植後落水 (No8-1) の玄米カドミウム濃度は通常水管理 (No8-2) よりやや高かった。これは、土壌 Eh の推移から、No8-1 が湛水管理不徹底により7月上旬に一旦、土壌 Eh が高くなっていったことから、水稻のカドミウム吸収抑制が不十分だったためと考えられる (第8図)。

摘要

宮城県内のカドミウム汚染地帯においては、水稻のカドミウム吸収抑制のための出穂期前後50日間 (出穂期前25日間・出穂期後25日間) 湛水管理を実施している。この地帯のなかで本暗渠未施工10a規模に耕地整理された水田において、コンバイン収穫時の地耐力を確保するために、移植後7~14日後に落水し、2~3週間程度落水を保ち、再び入水する「移植後落水」と、土壌に亀裂が入り、足跡が土壌表面に残る程度の固さに至る「中干し」の組み合わせが有効な技術である。

引用文献

1) 山崎不二夫. 1971. 農地工学 (上). 東京大学出版会. 203・269

Summary

Control Technology for Maintaining Sufficient Bearing Capacity by Flooding Paddy Fields for Cadmium Absorption Control

Kazuhide ONODERA, Hideyuki SHIMA and Eiichi HASEGAWA

The Application of cadmium absorption control technology to the growth of rice plants (*Oryza sativa* L.) in certain areas of Miyagi prefecture by flooding paddy fields for fifty days before and after the full heading stage has delayed harvest by reducing the bearing capacity of paddy fields in September. In this study, cadmium absorption control technology for maintaining sufficient bearing capacity for good harvest by a combination of surface drainage after transplantation and controlled flooding was developed.

