

RTKGNSS 自動操舵装置の活用により汚濁負荷物質の排出を抑制できる水稻無落水移植

高橋裕則・佐山 玲*

(秋田県病害虫防除所・*秋田県農業試験場)

Rice transplantation into retained ponding water method by transplanter mounted RTKGNSS autonomous steering system can be reduced emission of water pollutants from paddy fields

Hironori TAKAHASHI, Akira SAYAMA*

(Akita Plant Protection Office・*Akita Prefectural Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

秋田県の中央西部に位置する八郎湖は、八郎潟干拓事業によってできた残存湖であるが、富栄養化が進行し、水質汚濁の問題が顕在化している。八郎湖に流入する汚濁負荷量（環境に排出される有機物や窒素、りん等の汚濁負荷物質の量）のうち、農地由来の負荷が最も多く、その多くは、水稻移植前の代かき水の排出に起因する（秋田県環境管理課八郎湖対策室）。

湖沼や河川の水質汚濁を軽減するためには、水稻移植前の代かき水の排出を抑制する必要があるが、水稻の移植作業は、ラインマーカ跡を田面につけて行うのが一般的であるため、移植前に落水作業を伴うことが多い。そこで、近年、農業機械への導入が進んでいる RTKGNSS (Real Time Kinematic Global Navigation Satellite System) 自動操舵装置を田植機に装着することにより、移植前に代かき水を落水しない無落水移植が可能となるため、水質汚濁軽減が期待される。

RTKGNSS 自動操舵装置を活用した無落水移植については、八郎潟干拓地のほ場での移植精度や移植後の水稻への影響について検討されている（加藤ら 2019）が、重粘土のほ場が多い八郎潟干拓地に比べ、八郎湖周辺流域は砂壤土が多く土質が異なる。このため、本試験では八郎湖周辺流域ほ場において RTKGNSS 自動操舵による無落水移植を行い、田植機の直進精度や移植精度、移植後の水稻の収量・品質への影響と無落水移植時の田面水中の汚濁負荷量について検討した。

2 試験方法

2019 年に K 市、2020 年に O 市にある現地ほ場において、水稻品種「あきたこまち」を供試し試験を行った。

移植作業は自動操舵装置（トプコン社製 AGI- 4、X25、AES-35）を 6 条乗用田植機（クボタ社製 ZP67、2019 年）および 8 条乗用田植機（ヤンマー社製 YR8D、2020 年）に取り付け、RTKGNSS 方式により行った。

(1) 2019 年の耕種概要

- 1) 試験場所: K 市現地ほ場 (中粗粒グライ低地土)
 - a. 無落水区: 自動操舵による無落水移植 30a
 - b. 慣行 (落水) 区: オペレータ操舵による落水移植 40a (※ a と隣接ほ場)
- 2) 播種量: 180g/箱
- 3) 代かき日: 5 月 24 日、移植日: 5 月 30 日 (無落水区)、5 月 29 日 (慣行 (落水) 区)
- 4) 施肥方法: 側条施肥

- 5) 施肥量: N7.0kg/10a (無落水区)、N8.7kg/10a (慣行 (落水) 区)

(2) 2020 年の耕種概要

- 1) 試験場所: O 市現地ほ場 (中粗粒グライ低地土)
 - a. 無落水区 A: 自動操舵による無落水移植 110a、無落水区 B (※直進精度調査のみ) 80a
 - b. 慣行 (落水) 区: オペレータ操舵による落水移植 100a (※ a と b の間に 3 筆水田あり)
- 2) 播種量: 270g/箱
- 3) 代かき日: 5 月 5 日、移植日: 5 月 13 日 (無落水区 A)、5 月 14 日 (無落水区 B、慣行 (落水) 区)
- 4) 施肥方法: 全層施肥
- 5) 施肥量: N6.6kg/10a

(3) 調査項目

1) 直進精度調査

移植作業時に得られた座標 (RTKGNSS、サンプリング 5Hz) を平面直角座標に変換し、直進工程で単回帰直線と各座標の距離 (垂線の長さ) を算出して、横方向の精度を検証した。

2) 欠株率調査

移植後、500 株×6 条 (2019 年 5 月 30 日)、1000 株×6 条 (2020 年 5 月 28 日) の欠株数を調査し、欠株率を算出した。

3) 生育ステージ、形態・収量調査

移植後の水稻の生育ステージと成熟期の形態、収量及び外観品質を調査した。

4) 田面水の水質調査

移植直前の無落水区における田面水を 10 箇所から採取したものを混合してサンプルとし、汚濁負荷量として全窒素、全リン、SS (懸濁物質) 量を秋田県立大学生物資源科学部アグリビジネス学科に依頼して測定した。

3 試験結果及び考察

(1) 直進精度調査

無落水区の単回帰直線と座標の距離が ± 5cm 以内である割合は 2019 年が 90.4%、2020 年が 93.7% で慣行 (落水) 区より高く、RMS は 2019 年が 2.6cm ~ 3.3cm、2020 年は 2.3cm ~ 3.2cm で慣行 (落水) 区より小さいことから、自動操舵による無落水区の直進精度はオペレータ操舵の慣行 (落水) 区より高かった (表 1)。2019 年と 2020 年ではオペレータ、代かきから移植までの日数、土壌条件等が異なっているが、自動操舵装置を活用することで安定して高い直進性が保たれたと考えられた。

(2) 欠株率調査

水深6.0cm(2019年)と水深6.7cm(2020年)で無落水移植を行った結果、無落水区の欠株率は慣行(落水)区と同様に1%以下と低かった(表2)。

(3) 生育ステージ、形態・収量調査

無落水区の精玄米重は、2019年が614kg/10a、2020年が619kg/10aとなり、あきたこまちの目標収量である570kg/10aを確保できた。また、無落水区の外観品質は2019年、2020年ともに2であり、慣行(落水)区と同等であった(表3)。加藤ら(2019)は、八郎潟干拓地のほ場で無落水移植の試験を行い、無落水移植が移植後の水稻の収量・品質に与える影響は小さいと考えられると報告している。本試験によって、八郎潟干拓地と土質が異なる八郎湖周辺流域ほ場で無落水移植を行った場合でも水稻の収量・品質に与える影響は小さいと推察された。

(4) 田面水の水質調査

無落水区の田面水に含まれる汚濁負荷量(ha当たりの総量の換算値)は2019年では全窒素0.7kg、全リン0.1kg、SS20.9kg、2020年では全窒素4.0kg、全リン1.1kg、SS219.5kgであった(表4)。汚濁負荷量は施肥方法や移植当日の風の影響等により増減すると考えられるが、無落水移植によって田面水に含まれるこれらの汚濁負荷量の排出を抑制できると考えられた。

4 まとめ

本試験では、八郎湖周辺流域ほ場においてRTKGNSS自動操舵による無落水移植を行い、田植機の直進精度や移植精度、移植後の水稻の収量・品質への影響と無落水移植時の田面水中の汚濁負荷量について検討した。その結果、無落水移植はオペレータ操舵による落水移植に比べ高い直進精度で移植でき、移植精度も落水移植と同等であった。また、無落水移植が水稻の収量・品質に与える影響は小さいと推察された。また、RTKGNSS自動操舵装置を活用した無落水移植は移植前に代かき水を落水しないため、田面水に含まれる汚濁負荷物質の排出を抑制でき、移植精度や移植後の水稻の収量・品質への影響を含め、湖沼や河川への汚濁負荷物質の排出抑制を図る技術として、実用性が高いと考えられた。

引用文献

- 1) 秋田県環境管理課八郎湖対策室. 2020. 八郎湖に係る湖沼水質保全計画(第3期)
- 2) 加藤雅也, 進藤勇人, 佐山 玲, 齋藤雅憲, 長坂善禎, 近藤 正, 藤原行毅, 矢治幸夫. 2019. GNSS自動操舵田植機による無落水移植が水稻の生育および収量に及ぼす影響. 日作東北支部報 62: 5-8.

表1 移植時における田植機の直進精度

年次	試験区	作業速度 (m/s)	座標数	単回帰直線と座標の距離	
				RMS (cm)	±5cm (%)
2019	無落水	0.90	424	2.6~3.3	90.4
	慣行(落水)	0.92	425	4.0~5.0	75.9
	t検定				*
2020	無落水	0.86	714	2.3~3.2	93.7
	慣行(落水)	0.88	784	7.0~9.7	47.7
	t検定				*

1) RMSは二乗平均平方根。
2) RMS値以外は各5行程の平均。
3) *はt検定で5%水準で有意差あり。

表2 移植時の苗質、水深と移植後の欠株率

年次	試験区	移植した苗			移植直前の水深 (cm)	欠株率 (%)
		播種量 (g/箱)	草丈 (cm)	葉齢 (葉)		
2019	無落水	180	-	-	6.0	0.3
	慣行(落水)				-	0.2
2020	無落水	270	11.7	2.2	6.7	0.8
	慣行(落水)				-	0.3

1) 水深は各試験区10地点の平均値。
2) 欠株率は2019年5月30日(500株×6条)、2020年5月28日(1000株×6条)に調査した。

表3 水稻の生育ステージ、成熟期の形態・収量

年次	試験区	出穂期	成熟期	全長 (cm)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	精玄米重 (kg/10a)	玄米外観品質 (1-9、外)
2019	無落水	8月11日	9月24日	103.6	86.0	17.6	485.9	613.6	2
	慣行(落水)	8月10日	9月24日	104.1	87.1	17.0	544.9	651.9	2
2020	無落水	8月2日	9月16日	102.3	85.0	17.3	504.6	619.1	2
	慣行(落水)	8月2日	9月14日	98.1	81.2	17.0	456.6	630.5	2

1) 精玄米はふるい目1.9mmで調整。
2) 玄米外観品質は(一財)日本穀物検定協会東北支部による検査。1(1等上)~9(3等下)、外(等外)。

表4 無落水区における田面水中の全窒素、全リン、SS(懸濁物質)量

年次	全窒素 (T-Nmg/L)	全リン (T-Pmg/L)	SS (mg/L)	田面水中の総量(ha当たり換算値)			
				水量 (t)	全窒素 (T-Nkg)	全リン (T-Pkg)	SS (kg)
2019	1.20	0.15	35	5985	0.7	0.1	20.9
2020	6.08	1.69	330	7315	4.0	1.1	219.5

1) 移植直前の無落水区における田面水を10箇所から採取し混合した。
2) 無落水区のほ場面積は2019年が0.3ha、2020年が1.1haであった。