

RTKGNSS 自動操舵田植機を活用したオペレータと環境に優しい水稲無落水移植栽培体系

試験研究計画名：GNSS 汎用利用による近未来型環境保全水田営農技術の実証研究

地域戦略名：GNSS の汎用利用による水稲の高能率生産と環境保全

研究代表機関名：秋田県立大学

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

近年農業分野でも GNSS¹⁾、とくに計測精度 2cm と高精度な RTKGNSS²⁾ を利用する技術が北海道などの大規模畑作経営で普及しつつありますが、水田地帯では GNSS の利用は進んでいません。この原因は均平などの単独作業だけのために RTKGNSS を導入するには、コストの面から導入をためらうケースが多いためです。この問題を解決するには、RTKGNSS を均平のほか、耕起、代かき、移植等、汎用的に利用できることを実証することで現場への導入が進むことが予測されます。

そこで、RTKGNSS の基準局を設置し、均平作業に RTKGNSS を利用することで、レーザー光利用の均平作業で問題となっている混信をなくし、水稲栽培に必要な精度の均平作業を実現します。また、RTKGNSS による自動操舵装置を田植機に装着して無落水の湛水条件で高精度な移植作業を実施するとともに、耕起、代かき等の作業にも汎用的に適用します。また、無落水移植技術による汚濁物質の流出低減効果及び用水使用量の削減効果を定量化し、評価することとします。

1) GNSS : Global Navigation Satellite System 全地球的航法衛星システム

2) RTKGNSS : real-time kinematic GNSS 動的干渉測位 GNSS



写真1 八郎湖のアオコ発生状況



写真2 異なる発光器からのレーザー光が混信して能率的・計画的な作業を阻害する状況

技術体系の紹介：

1. RTKGNSS 補正信号配信のための基準局の配置

RTKGNSS の高精度自動操舵技術を利用するには、田植機やトラクタなどの移動局で衛星からの信号と基準局からの補正信号を受信する必要があります。そのため、実証地大潟村では、村内に3基準局（コンソ1台、大潟土地改良区2台）を設置し、3W の出力で補正信号を配信しています。補正信号は半径 10 km 程度の到達が可能とされ、村内での補正信号強度の測定からほぼ全域で安定した受信が可能でした（図1）。

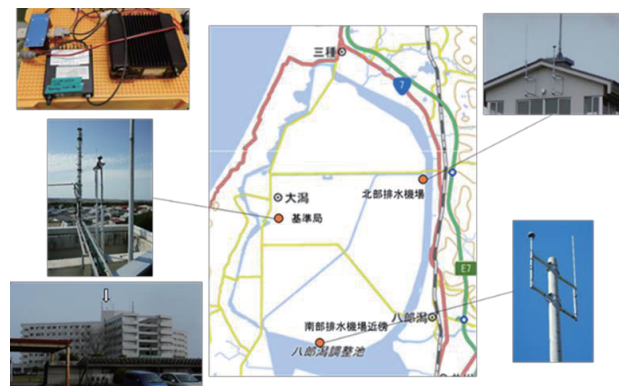


図1 大潟村内の基準局配置

4. 無落水移植水稻の生育収量

RTKGNSS 自動操舵田植機を使った水稻無落水移植栽培の水稻生育は、慣行の落水区と比較して移植後の地温・水温、酸化還元電位とも同様の変化を示し、茎数の推移にも違いはなく（図2）、収量や玄米品質も同様でした（表3）。

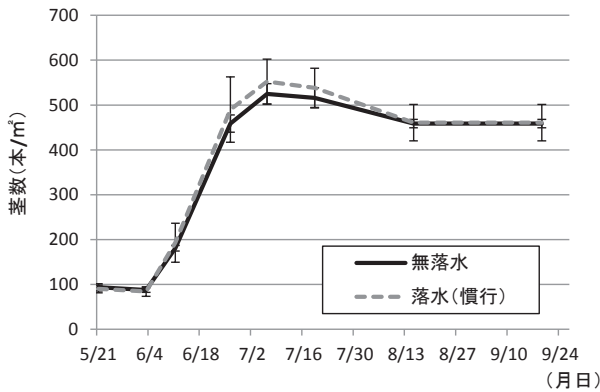


図2 現地Aの茎数の推移（2018）

表3 現地Aの収量と玄米品質（2018）

	坪刈				全刈	
	収量	くず米重	玄米 外観 品質	玄米 タンパク 質含有率	収量	等級
	(kg/a)	SD	(kg/a)	SD	(1-9)	(%)
無落水	55.8	(1.42)	13.0	(0.81)	3.0	7.0
落水(慣行)	57.3	(3.51)	12.3	(2.10)	3.8	7.0
					(kg/a)	(等)

1) 坪刈収量、干粒重、玄米タンパク質は水分15%換算値
 2) 坪刈収量はふるい目1.9mm、全刈収量はふるい目1.85mm
 2) 玄米外観品質は、1(1等上)、2(1等中)、3(1等下)、4(2等上)、5(2等中)、6(2等下)、7(3等上)、8(3等中)、9(3等下)で分類

5. 環境保全効果

排出削減が求められる田植え期間の中央干拓地の正味の排出量に相当する5月のN差引排出負荷量は、2017年は例年並みでした（図3左青）が、2018年は大雨による大流出で15 kg/ha/月もの排出となり、過去13年間で最大で、例年値の2～3倍でした（図3中青）。2019年は、灌漑初期に降水量が少なく蒸発散が大きく、流出水量が減少しN排出負荷が減り、かつ使用した用水量が多くなったことでN流入負荷が増え、排出から流入を差引いて求めるNの「差引排出負荷量」は例年より少ない6 kg程度でした（図3右青）。

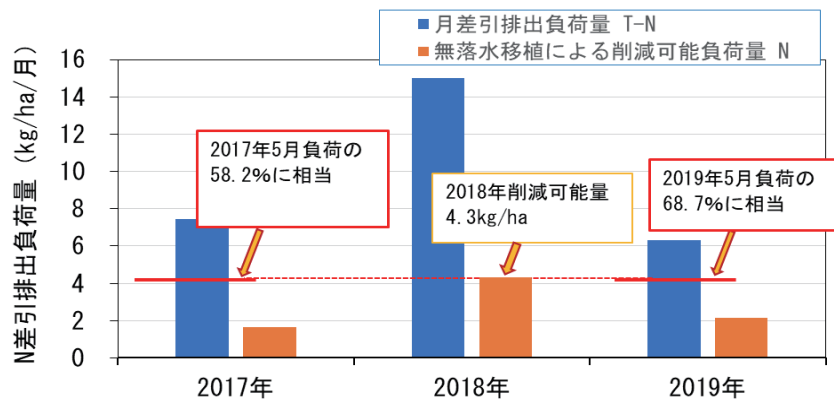


図3 大湊村5月の差引排出負荷量（青）と削減可能量（赤）

無落水移植による汚濁負荷の削減可能性を表す評価値として、ほ場の湛水深を高く維持し、それによって汚濁負荷の流出を抑制できる量を「削減可能量」とすると、ほ場単位の負荷削減可能量の実測値（赤）もまた、各年の気象条件や水田の水持ちなどのほ場特性、農家の水管理（特に無落水移植時の湛水深）などにより異なりました。無落水試験区で得られたN負荷削減量の最大値、4.3 kg/ha/月（2018年）までは干拓地の無落水移植によって削減できる可能性がありました。

単位面積当たりで求めた中央干拓地の5月の「差引排出負荷量」（図3青）は、大湊村全水田の排出負荷の平均値に相当することから、各年の5月の「差引排出負荷量」と無落水移植による「削減可能量」を比べると2017年58.2%、2019年68.7%となり、適正な水管理下で無落水移植を実施することで50%以上の削減効果は十分に期待できると評価できました（図3赤線と左右青との比較）。これは全面積に普及した場合は干拓地に対しての効果であり、単位水田当たりでは普及率に比例して効果の拡大が期待できる基準値（効果の平均値）とみなすことができます。

技術体系の経済性は：

経営改善効果

RTKGNSS 自動操舵装置の導入経費は 250 万円程度で、技術体系上の経済効果は掛かり増しとなります。その効果は、アンケートによるオペレータの疲労軽減や実測による排水への富栄養化物質削減が明らかとなりましたが、有意な収量向上や肥料、除草剤などの資材削減としてのコスト改善につながる点は明らかではありません。また、大潟村は現在経営規模約 20ha の家族経営で、担い手や後継者が充足されており、経営規模拡大は難しい状況です。

RTKGNSS 自動操舵田植機を利用した農家 12 戸の経営調査による導入意向は、大規模経営程高い傾向を認め、自動操舵装置の面積当り減価償却費は大規模が大きくなるほど低下しました。さらに、RTKGNSS 自動操舵装置の掛かり増しをコスト分散させるために、水稻以外のダイズなどの RTKGNSS トラクタによる播種作業などへの汎用利用することによるコスト削減効果は大規模複合経営で高くなりました（図 4）。

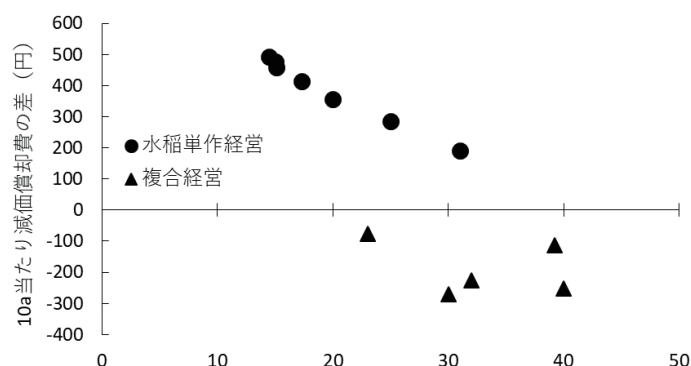


図 4 RTKGNSS 減価償却費の複合経営による削減効果

$$10a \text{ 当りの減価償却費の差} = \frac{300 \text{ 万円}}{(\text{水稻} + \text{ダイズ} + \text{コムギ}) \text{ 面積}} - \frac{250 \text{ 万円}}{\text{水稻面積}}$$

分母は、田植機のみ利用は水稻作付面積、田植機+トラクタは水稻+ダイズ+コムギの合計作付面積
分子は、田植機のみで利用は 250 万円、田植機 1 台+トラクタ 1 台は 300 万円
(GNSS をトラクタへ載せ替える場合はワイヤーハーネスなど 50 万円が必要)

経済的な波及効果

例えば、1t の懸濁物質 (SS) の処理費用は 258 万円 /t と試算されており、5 年後水稻無落水移植栽培が 2,000ha 普及すると削減効果 30 ~ 50% の効果は 9 ~ 23 億円と算出されます。さらに、大潟村の場合は、用水量や排水量に応じてポンプ運転のための電気量も数万円程度削減されます。また、窒素は作物生育の必須養分であり、土壌中に留めることは肥料成分の有効利用につながる可能性があります。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

想定する導入経営体は比較的大規模経営で水稻の作付けが 20ha 程度を超える個人、法人経営で、干拓地や湖沼周辺の水田地域で湖沼などの水質改善が課題な地域です。また、自動操舵装置のコスト分散の観点から、麦、大豆などの複合経営でトラクタ作業への汎用利用が可能な経営体が望ましいです。

導入にあたっての留意点：

RTKGNSS 自動操舵装置は、市販品であり装置販売業者 (T 社、N 社) や農業機械販売会社から購入が可能で、既存の田植機やトラクタへの装着を依頼できます。

RTK 補正信号の受信のためには、基準局の設置か補正信号配信業者との有料契約が必要です。

RTKGNSS 受信装置や補正信号配信システムは日進月歩であり、比較的安価な装置も市販されつつあるので、最新の技術情報を得ることが重要です。

研究担当機関名：秋田県立大学、(研) 農研機構・東北農業研究センター、秋田県農業試験場

お問い合わせは：秋田県立大学生物資源科学部アグリビジネス学科 近藤 正 准教授

電話 0185-45-3918 E-mail t_kondo@akita-pu.ac.jp

執筆分担 (秋田県立大学 矢治幸夫、近藤 正、岡田正樹、赤堀弘和、秋田県農業試験場 佐山 玲、高橋裕則、加藤雅也、秋田県 進藤勇人、(研) 農研機構東北農業研究センター 長坂善禎)