

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 1日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22580015

研究課題名（和文）中国産多収性水稻品種における窒素および水利用効率の評価と向上に関する研究

研究課題名（英文）Evaluation and improvement of nitrogen and water use efficiencies in Chinese high-yielding rice cultivars

研究代表者

宮崎 彰 (MIYAZAKI AKIRA)

高知大学・教育研究部自然科学系・准教授

研究者番号：00304668

研究成果の概要（和文）：中国産多収性水稻品種は大穂型で一穂粒数および千粒重が大きく高い収量生産（8-12t/ha）を有する。中国産多収性水稻品種の窒素および水利用効率を日本産品種との比較で評価した。施用窒素の吸収効率は、緩効性肥料を施用することで高まり、収量生産を増加させた。また、その施用効果は、吸収窒素量当たりの収量生産効率（NUEg）が高い品種で高かった。一方、灌水量の制限により灌水量当たりの収量生産効率は最大 30%高まったが、品種間差異が認められた。

研究成果の概要（英文）：

Chinese high-yielding rice cultivars have large number of spikelet per panicle and heavy grains, producing high yield (8-12t /ha). In Chinese high-yielding rice cultivars, nitrogen and water use efficiencies were evaluated in comparison with Japanese cultivars. Nitrogen absorption from fertilizer was increased by applying a slow release fertilizer, resulting in an increase in grain yield, and the effect of the slow release fertilizer was higher in cultivars with high grain yield per nitrogen absorption (NUEg) than with low NUEg. Inhibition of water supply increased grain yield per water supply 30% at maximum, although there was a large cultivar difference.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農学・作物学・雑草学

キーワード：水稻，多収性品種，窒素吸収，水利用効率，中国

1. 研究開始当初の背景

中国産多収性水稻品種は大穂型で一穂粒数および千粒重が大きく極めて高い収量生

産（8-12t/ha）を有するが、この背景として窒素および水の利用効率が高いことが考えられる。

窒素利用効率を向上させる手段としては、緩効性肥料の施用が考えられる。緩効性肥料では肥料成分が緩やかに溶出するため、稲体の養分吸収に応じた溶出パターンを肥料を選択でき、窒素利用効率が著しく向上する。一方、水の利用効率を高めるためには、節水栽培によって水消費を可能な限り抑制することが重要である。品種、栽培技術の両者から窒素と水の利用効率を高めることにより、中国の水稻栽培で深刻化する窒素施肥の供給過剰、気象条件の変化による水資源の不足に対応するための方策を検討する。

2. 研究の目的

本研究では、中国産多収性品種を日本産一般品種と比較し、1) 緩効性肥料による肥培管理と節水栽培による水管理の最適化を図り、窒素および水の有効利用を図るための水稻栽培技術を検討する、2) 同時に中国産多収性品種の窒素・水の利用効率および収量性の評価と解析を行った。

3. 研究の方法

(1) 緩効性肥料の施用が収量性および窒素利用効率に及ぼす効果

高知大学において溶出パターンの異なる緩効性窒素肥料を異なる施用量の組合せで施用し、その効果を中国産多収性水稻品種と日本産品種の間で比較した。調査項目は、窒素吸収、根の活力(出液速度)、穂への窒素および炭素の転流量、収量および収量構成要素とした。また、重窒素 15N 肥料を施用し、15N の稲体吸収量を分析することにより施肥窒素の吸収効率を求めた。

(2) 節水栽培した中国産水稻品種の収量および灌水量当たりの収量生産効率の評価

高知大学のビニールハウス内でポット栽培により灌水量を制御し、異なる土壌水分条件下で水稻を生育させた。土壌水分含有率はテ

ンシオメータでモニターした。また、圃場条件下で灌水量を制御し、異なる土壌水分条件下で生育させた。収量および収量構成要素を調査し、灌水量当たりの収量生産効率を求めた。さらに、温室効果ガスである亜酸化窒素の土壌からの放出量が節水条件下でどのように変化するか調査した。

4. 研究成果

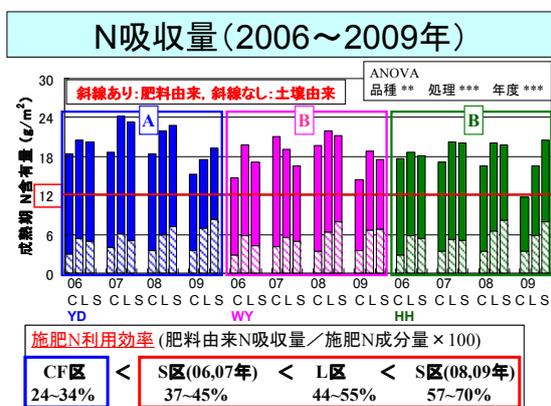
(1) 緩効性肥料の施用が収量性および窒素利用効率に及ぼす効果

①中国揚子江下流域に位置する江蘇省において多施肥栽培の現状を明らかにするとともに、N 施肥効率(施肥 N1kg 当たりの玄米収量)を算出し、日本と比較した。江蘇省は、中国屈指の水稻栽培地帯であるが、多施肥栽培が行われており、窒素(N)肥料の平均施用量が 300kg/ha にも達する。日本での水稻栽培に比べ、生育前期の施肥割合が高く、N 施肥効率は 21-24kg であり、日本の 76kg に比べ著しく低いことが示された。施肥 N 量の低減と N 施肥効率の向上が必要であることを報告した。

②緩効性 N 肥料の施用が中国産多収性水稻品種の収量および収量構成要素に及ぼす影響を調査した。緩効性肥料の施用は中国産多収性水稻品種、揚稲 4 号(YD)および武育粳 3 号(WY)の精玄米収量を有意に増加させたが、その効果は少肥条件下で多肥条件下より大きかった。緩効性肥料の施用により N 施肥量を約 30%削減することが可能であった。緩効性肥料による増収効果は、シンクサイズ(面積当たり粒数×1 粒重)の増加によるものであり、面積当たり粒数の増加に起因した。WY およびヒノヒカリ(HH)の登熟歩合はシンクサイズの増加とともに低下したが、YD の低下はわずかであり、このことが品種間差異をもたらした要因であった。

③緩効性 N 肥料の施用が N 吸収に及ぼす影響

を調査した。緩効性肥料の施用により、YD および WY において幼穂形成期までの肥料由来 N 吸収量は有意に増加した。この結果、施肥 N 吸収率（施肥 N 量当たりの肥料由来 N 吸収量）が有意に増加し、YD では成熟期 N 含有量の有意な増加が認められた。YD の施肥 N 吸収率は、シグモイド型緩効性肥料（S 区） > リニア型緩効性肥料（L 区） > 塩安の分施（C 区）の傾向があった（下図）。このように、YD への緩効性肥料、特にシグモイド型肥料の施用は施肥 N 吸収率を高め、それにより施用量の削減が可能となることから、環境負荷の軽減に有効であると考えられた。



C, L, S はそれぞれ塩安の分施, リニア型緩効性肥料, シグモイド型緩効性肥料を示す。YD, WY, HH はそれぞれ揚稲 4 号, 武育粳 3 号, ヒノヒカリを示す。図中の大文字のアルファベットは品種間の有意性を示す。ANOVA の**, ***は 1%, 0.1%水準で有意であることを示す。

④吸収 N 利用効率（吸収 N 量当たりの精玄米収量, NUE_g ）に及ぼす緩効性 N 肥料の施用効果を調査した。緩効性肥料の施用により、YD, WY および HH の地上部乾物重および吸収 N 量は有意に増加した。吸収 N 量の増加に伴い NUE_g は低下したが、緩効性肥料の施用により、YD および WY では同じ吸収 N 量でも NUE_g が C 区より高い傾向があった。これは、登熟歩合が高く維持されたことに起因していた。YD では未登熟籾の割合が HH より有意に低く、粒の比重が大きいことによるものと考えられた。また、YD では高いシンク要求に

対して出穂後の籾当たり茎葉乾物重減少量 (ΔT) が HH より有意に高かった。これらの形質が安定して高い登熟歩合をもたらしていると考えられる。

(2) 節水栽培した中国産水稻品種の収量および灌水量当たりの収量生産効率の評価

①中国天津市における水稻栽培、特に水管理に関する情報を現地で収集するとともに、節水栽培法について検討した。現地では水不足の影響により最近 10 年で水稻栽培面積が約 2 万 ha から約 1 万 3 千 ha 程度に減少しており、水不足の年に農家は水稻栽培をあきらめトウモロコシ、ワタ、ダイズ栽培に切り替えている。天津の年平均降水量は 550-680mm であり、移植から分けつ初期、登熟中後期に水欠乏が生じる。間断灌漑による節水栽培法により水消費の抑制だけでなく、籾収量の増加が報告され、水消費量当たりの収量生産効率の向上が期待される。

②高知大学水田圃場における実験において、灌水量の制限により灌水量 + 降水量が最大 18% 抑制されたが、収量には有意な減少がみられず、灌水量当たりの収量生産効率は最大 30% 増加した。しかし、ポット栽培においては節水栽培により灌水量当たりの収量生産効率が低下する品種が認められ、品種間差異が明らかとなった。また、土壌からの温室効果ガス（亜酸化窒素）の放出速度は土壌乾燥および窒素追肥により有意に増加することが示された。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 4 件）

①小久保敏明, 宮崎彰, 吉田徹志, 山本由徳, 浅木直美, 上野秀人, 居静, 王余龍, 中国産多収性水稻品種の吸収窒素利用効率に及ぼ

す緩効性肥料の施用効果. 日本作物学会紀事
査読有, 2013. 82 印刷中

②小久保敏明, 宮崎彰, 吉田徹志, 山本由徳,
井上洋子, 岡崎秀昭, 岩永泰大, 黒田翔平,
居静, 王余龍, 中国産多収性水稻品種の窒素
吸収と施肥窒素吸収率に及ぼす緩効性肥料
の施用効果. 日本作物学会紀事 査読有,
2012. 81 424-431.

③宮崎彰, 小久保敏明, 居静, 張祖建, 趙歩
洪, 王余龍, 山本由徳, 中国江蘇省における
水稻の多収多肥栽培による施肥窒素量と
窒素施肥効率の現状, 日本作物学会紀事,
査読有, 2012. 81:453-455.

④Kokubo, T., A. Miyazaki, T. Yoshida, Y.
Yamamoto, J. Ju and Y. Wang 2011. Effect
of slow release fertilizer on yield and
yield components in Chinese high-yielding
rice cultivars. Proceedings of the 7th
Asian Crop Science Association Conference,
査読有, 2011, 107-112.

[学会発表] (計10件)

①小久保敏明, 中国産多収性水稻品種におけ
る出液速度, 根形質および乾物生産の關係.
日本作物学会, 2013年03月28日~3月29
日 明治大学農学部 (神奈川県川崎市)

②小久保敏明, 中国産多収性水稻品種におけ
る出液速度, 根形質および乾物生産の關係.
日本作物学会四国支部, 2012年11月29日~
11月30日, 香川県農業試験場 (香川県綾歌
郡綾川町)

③山本由徳, 栽植密度及び作期が中国産多収
性水稻品種の収量性に及ぼす影響. 日本作物
学会, 2011年9月1日, 山口大学 (山口県山
口市)

④宮崎彰, 中国江蘇省における水稻多施肥栽
培の現状. 日本作物学会四国支部, 2011年
11月24日, 高知県農業技術センター (高知
県南国市)

⑤宮崎彰, 中国江蘇省の水稻栽培 - 施肥
法が田面水への養分溶出に及ぼす影響-.
日本作物学会, 2010年9月5日, 北海道大学
(札幌市)

⑥山本由徳, 多収性水稻品種の穂首節間大
維管束数及び断面積の穂肥重点施肥による
変化. 日本作物学会, 2010年9月5日, 北海
道大学 (札幌市)

⑦小久保敏明, 中国産多収性水稻の窒素吸
収および収量性の評価とそれらに及ぼす緩
効性肥料の施用効果. 日本作物学会, 2010年
9月5日, 北海道大学 (札幌市)

⑧宮崎彰, 中国天津市の水稻栽培 - 水不足
の現状と節水栽培の必要性-. 日本作物学会
四国支部, 2010年11月26日, 愛媛県農林水
産研究所 (松山市)

⑨小久保敏明, 中国産多収性水稻の窒素吸
収および収量性に及ぼす緩効性肥料の施用
効果. 日本作物学会, 2011年3月30日 (震
災のため中止, 講演要旨出版をもって発表),
東京農業大学 (神奈川県厚木市)

⑩黒田翔平, 節水栽培条件下における中国
産水稻品種の収量および水生産性の評価.
日本作物学会, 2011年3月30日 (震災のた
め中止, 講演要旨出版をもって発表), 東京
農業大学 (神奈川県厚木市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮崎 彰 (MIYAZAKI AKIRA)

高知大学・教育研究部自然科学系・准教授
研究者番号: 00304668

(2) 研究分担者

山本 由徳 (YAMAMOTO YOSHINORI)

高知大学・教育研究部自然科学系・教授
研究者番号: 00093956

楠谷 彰人 (KUSUTANI AKIHITO)

香川大学・農学部・教授

研究者番号：80225143

(H23→H24：連携研究者)

(3) 研究協力者

小久保 敏明 (KOKUBO TOSHIAKI)

茨城大学・農学部・特別研究員

崔 晶 (CUI JING)

天津農学院・教授

張 祖建 (ZHANG ZUJIAN)

揚州大学・農学院・准教授

居 静 (JU JING)

揚州大学・環境科学院・准教授

王 余龍 (WANG YULONG)

揚州大学・農学院・教授