

農学研究院若手教員支援事業成果報告書

平成 22 年 1 月 27 日

支援対象研究分野：アジア研究

研究課題名：ベトナムおよびラオス中山間地域における水陸稲の異なる窒素供給源に対する反応特性ならびに適応性の評価

支援期間：平成 20 年 10 月～平成 21 年 9 月

所属部門・研究分野：植物資源科学部門・植物生産生理学分野

研究代表者氏名：荒木卓哉

1. 研究の成果, 達成度

ベトナムおよびラオスは熱帯もしくは亜熱帯気候に属しており, この気候条件を利用してイネの二期作, 地方によっては三期作が行われている. また, ベトナムにおいてはイネ栽培における一般的な施肥量は日本の 1.3~1.5 倍多く, さらに年複数回の栽培を行うことから 1 年当りの単位面積当たりの施用量は数倍となっている. イネは一般に窒素吸収形態として好アンモニア性作物であるが, 好硝酸性の品種・系統も確認されており, さらに好アンモニア性であっても硝酸態窒素と共存することで窒素吸収が促進されることも明らかになっている. 両国の中山間地域で水稲ならびに陸稲が栽培されていることを考慮すると, 供給窒素源の違いによる反応特性を生理生態学的に解析することは, 水稲とは異なる土壌環境で生育する陸稲の肥培管理ならびに物質生産性向上への基礎情報を提供できるものと期待される. そこで本研究では, 両国の中山間地域に生育する水陸稲を対象として, 低水準施用ならびに異なる窒素源供給下における窒素利用効率の品種系統間差について解析するとともに現地の作付け体系の調査および遺伝資源の探索を行い, 将来の育種に有益な知見を得ることを目的とした.

(1) 現地作付け体系の調査

現地調査は平成 19 年 10 月にベトナム社会主義共和国 Thai Nguyen 省 Vo Nhai 県 Than Xa 村 Tan Kim 集落へタイグエン農業大学 Dan Quy Nhan 博士の協力の下, 集落の全 15 世帯中 10 世帯を訪れ, 農業生産に関する聞き取り調査を行った (第 1 図). 表 1 に作付け体系を示す. 調査世帯は 4 人から 10 人家族でありいずれも家族で管理を行っていた. 栽培作物は水稲, 陸稲, トウモロコシであった. 陸稲は在来系統を栽培しているようであったが, 品種を把握していない農家が殆どであった. 栽培面積は 700m²~1800m² で 4 月から 6 月に直播し, 10 月から 11 月に収穫する体系であった. その間の管理についてはできる限り手をかけずに行っており, 水管理は天水のみで病虫害対策もとくにしていなか

った。現在、Tan Kim 集落は用水路を充実させつつある状況にあったが、以前は栽培に関する水環境が不十分であった為、水稻ではなく陸稲が栽培されていた経緯がある。収量は殆ど得られない農家から 8 t ha^{-1} 以上の農家まで幅広かったが、平均的な農家で $1.0\sim 2.0 \text{ t ha}^{-1}$ であった。収穫後は土地を焼いてしまい、20 年間放置した後で再度陸稲を栽培する形態をとっていた。陸稲は、以前は主食としての役割を果たしていたが灌漑施設が充実するに伴って水稻が導入されたことから現在では村の伝統行事に用いるために栽培している状況であるが、水稻よりも食味に優れているので栽培しているという意見もあった。水稻は陸稲と同様に在来品種を使用していたが、中国産のハイブリッドライスだけでなく国産のハイブリッドライスを栽培している農家もみられハイブリッドライスの普及を確認することができた。収量は $5\sim 6 \text{ t ha}^{-1}$ でその殆どを農家で消費していた。トウモロコシはアメリカ由来の品種を栽培しており、主に家畜（ヤギ、水牛、乳牛）飼料としての用途であった。農家の収入は1ヶ月当たり 300,000 VND(約 2000 円)であり、物質的な豊かさはないものの、この集落の農家は伝統的な様式に基づいた生活を今後も重視したいという意見を多く得られた。しかし、収穫物の殆どを農家の食糧とするため、作物生産性向上への関心は高く、今後 Nhan 博士と協力しながら検討をこの点について検討したい。

(2) 異なる窒素供給源が窒素利用効率の生態型・生体種に及ぼす影響

(2-1) 供試材料および栽培方法

供試材料として、第2表に示した *Oryza sativa* L.である日本型水稻7品種、日本型陸稲6品種、インド型水稻5品種、インド型陸稲5品種の23品種を用いた。2009年6月から7月にかけて植物体をファイトトロンガラス室(30°C, 相対湿度70%)で栽培した。播種後3週目に吉田氏液を満たしたコンテナ(30L)に移植した。窒素処理区として、硫酸アンモニウムを与えた NH_4^+ 区と硝酸カルシウムを与えた NO_3^- 区の2区を設けた。窒素濃度はいずれの区ともに 2.86 mM とした

(2-2) 窒素利用効率の算出

移植後2週目の植物体を栽培条件と同様の窒素源を含む水耕液 40mL を加えたえ遠鎮管に6時間浸した。その後、植物体を採取し、2日間80°Cで熱風乾燥した後、乾物重を秤量した。また、乾燥試料をセミマイクロケルダール法により個体の窒素含量を評価した。窒素含量を乾物重で除した値を窒素利用効率とした。

(2-3) 結果

第3図に NH_4^+ 区および NO_3^- 区で生育したイネにおける乾物生産の窒素利用効率を生体種および生態間差を示す。いずれ



第1図. Thai Nguyen 省 Vo Nhai 県 Tran Xa 村の位置。

第 1 表. Tan Kim 集落における作物の作付け体系ならびに収量.

| Crops | Name of variety | Cropping season | Area | Grain yield (ton ha ⁻¹) |
|--------------|---------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|
| upland rice | sticky | Jun-Nov | 1400 m ² | 8.3 |
| | red sticky | May-Oct | 540 m ² | 1.5 |
| | Red sticky | May-Nov | 1080 m ² | 0.7 |
| | Mo | Apr-Nov | 3600 m ² | 1.9 |
| | Mo | | 3600 m ² | 1.9 |
| | Nep | May-Oct | 4000 m ² | 0.5 |
| | Nep | May-Oct | 4000 m ² | 1.0 |
| | Qua sticky | Jun-Oct | 1080 m ² | 5.6 |
| | sticky | June-Nov | 7200 m ² | 1.1 |
| Lowland rice | Nhi ua 858 (China hybrid) | June-Oct | 720 m ² | 5.6 |
| | Vietlai 20 | May-Oct | 1000 m ² | 6.0 |
| | Nhi ua 838 | June-Oct | 1440 m ² | 5.6 |
| | Tap Giao | May -Oct | 1800 m ² | 1.1 |
| | Tap Giao | May -October | 1800 m ² | 5.6 |
| | Khang Dan | Jun-Oct | 1200 m ² | 5.0 |
| | Tap gial | Jun-Oct | 1800 m ² | 6.7 |
| Maize | 171 (American var.) | Jan-April | 540 m ² | 5.2 |
| | DK888 | Jan-April | 700 m ² | |
| | 171 (USA var) | Mar-Jun, Jun-Oct | 1080 m ² | 1.5 |
| | 171 (USA var) | Mar-Oct | 1800 m ² | 3.3 |
| | DK888 | Mar-Jun | 1200 m ² | 5.8 |

の生態種および生態型においても NH₄⁺区と比較して, NO₃⁻区の方が有意に高い窒素利用効率を示した. NH₄⁺のみで生育させたイネ品種よりも NO₃⁻で生育させたほうが吸収窒素効率が高いことが報告されているが, 本研究においては NH₄⁺に比べて NO₃⁻における全乾物重が有意に劣ったことから, 窒素利用効率の差は生育の違いに起因するものと考えられた. 窒素利用効率は両処理区において日本型では水稲が陸稲より高く, インド型では陸稲が水稲よりも高かったことから生態種, 生態型間で窒素利用効率に関する分化が生じている

こと、また窒素利用効率の差は窒素同化能力の差に起因することが推察された。さらにいずれの区においても同様な生態種および生態型間差が認められたことから、窒素利用効率は遺伝的に強く制御されていることが示唆された。

2. 論文等の研究発表状況

現在投稿に向けて準備中である。

3. 研究の波及効果

一般に、水稻および陸稲はそれぞれ水田および畑地に栽培されることから生態種としての分類がなされており、これらは栽培形態の特長により吸収する窒素源を異にする。すなわち、水稻はアンモニア態窒素を、陸稲は硝酸態窒素を主たる窒素源とする。本研究で認められた NO_3^- 区における NH_4^+ 区よりも高い窒素利用効率はこのことを支持するものである。しかし、水稻においても陸稲と同様の結果を得られたのは興味深い結果である。本実験においては生育の状況が影響したと考えられる為、この影響を無視できる条件で再度試験し、水稻における硝酸態窒素の吸収とその意義について理解を深めたい。これまでは、水稻における硝酸態窒素の重要性に関する報告は数少ないことから、水稻栽培における高度窒素利用へ向けた理論構築を行いたい。



第2図. Tan Kim 集落における陸稲の栽培風景。

4. 外部資金獲得に向けての取組状況

科学研究費補助金（若手研究（B））

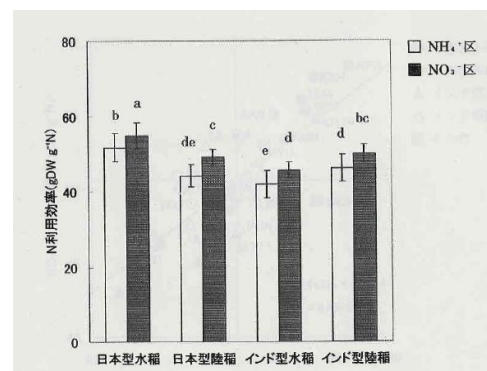
研究課題「イネ葉からのアンモニア放出現象の作用機作の解明と応用」

（研究期間：平成21年度～23年度）研究

費；3,300千円

第2表. 本研究の供試品種.

| 種 | 生態型 | 生態種 | 品種・系統 |
|------------------------|------|-----|---|
| <i>Oryza sativa</i> L. | 日本型 | 水稻 | 日本晴, コシヒカリ, 白紅屋 亀の尾, 対馬赤, アケノホシ BS1429 |
| | | 陸稲 | IRAT109, 戦捷, Azucana, 陸稲農林24号, ハタコガネモチ, Moroberukan |
| | インド型 | 水稻 | IR36, IR72, Kasalath, 台中在来1号, Tetep |
| | | 陸稲 | UPLRi-7, C22, JIR47686-30-3-2, Dular, Beodien, 63-104 |



第3図. NH_4^+ 区および NO_3^- 区で生育したイネの窒素利用効率における生態種および生態型間差. 平均値±標準偏差. 同一英小文字は5%水準で有意差なし.