

平成 22 年 4 月 30 日現在

研究種目：基盤研究 (B)  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19405038  
 研究課題名 (和文) ミャンマー灌漑地域における水利特性および農民参加型水管理の研究

研究課題名 (英文) Study on water management characteristics and farmers' participation in irrigation area of Myanmar

## 研究代表者

松野 裕 (MATSUNO YUTAKA)  
 近畿大学・農学部・教授  
 研究者番号：50340766

研究成果の概要 (和文)：ミャンマーの灌漑地区を対象に、圃場整備が乾期米収量および水管理に与える影響を評価した。結果として、圃場整備の程度が稲作面積および米収量に大きな影響を与え、かつ整備状況の改善が農民参加型の水管理を促すことが明らかとなった。さらに、アジア・モンスーン地域の途上国における水利施設整備および水管理の課題を研究結果から導いた。

研究成果の概要 (英文)：The purpose of the study is to assess impacts of on-farm level irrigation infrastructural development on dry season rice production and water management in irrigated areas of Myanmar. Results showed the effectiveness of the development for increasing rice productivity and irrigated area that also lead to enhancing farmers' participation for the operation and maintenance. The study also resulted in identifying issues in infrastructural development and water management in developing countries of the monsoon Asia.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	7,000,000	2,100,000	9,100,000
2008 年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2009 年度	2,200,000	660,000	2,860,000
総計	12,200,000	3,660,000	15,860,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業土木学・農村計画学

キーワード：海外研究, ミャンマー, 灌漑排水, 圃場整備, 水管理, 農民組織

## 1. 研究開始当初の背景

アジア諸国の中において比較的経済発展が遅れているミャンマーでは、農業分野は現在でも国の経済の中核的役割を担っている。特に、米は他のモンスーンアジア諸国と同様に最も重要な農産物であり、政府は米増産を図ることを目標に掲げてきた。同国の米生産量は、1970 年代後半以降から進められた高収量品種の積極的な導入を手始めに、1990

年代前半から開始された灌漑による乾期作の奨励などにより一貫して増大してきた。それに伴って、水稻灌漑面積は過去 20 年間で倍増したことに伴い、大規模ダムをはじめとする水利施設の建設数も 200 箇所以上に及んでいる。一方、統計資料によると、米収量はアジア主要国の値と比較において依然低い水準にある。この一因は、今までは基幹施設の建設が中心となっており、村落レベルでの

水管理組織の強化や圃場レベルでの基盤整備が立ち遅れていることが考えられる。

灌漑開発については他のアジア・モンスーン地域諸国より比較的初期の局面であり、かつ灌漑に関する研究事例が少ないミャンマーの水田農業において、灌漑施設整備、水利組織などが乾期米収量に与える影響を明らかにすることは、今後のアジア・モンスーン地域における灌漑開発の一助となるであろう。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は次の通りである：

- (1) ミャンマー米生産地域における灌漑管理体制の実態把握。
- (2) 圃場整備が農地への取水状況、稲作面積ならびに米収量へ与える影響度の分析。
- (3) 乾期水田稲作における農民参加型末端水利施設の整備及び水管理手法における課題の抽出。

## 3. 研究の方法

デルタ地域に位置するヤンゴン近郊のガモエ灌漑地区において、乾期（11月～3月）における、末端水路（3～4次水路）受益地域の水文要素のモニタリング、水利状況の調査、農民への聞き取り調査、ならびに農民とのワークショップを実施した。さらに、同地区において過去に収集された同種のデータ・情報を整理し分析に用いた。調査地域の概要を図1に示す。調査地域は、支線水路に続く、3次水路に相当するWater Course (WC) が構築されているが、それぞれ整備状況の違う3地区に大別される。それらは、Intensive Area：整形された標準区画約40aとした用排水分離の日本型圃場、Extensive Area：整形なしの平均区画約15a、さらにWCの間隔を国従来の整備方法による水路間隔よりも狭い100-300m間隔の地区、ならびにConventional Area：近年に設備投資等がなされなかったミャンマー従来型の圃場地区である。

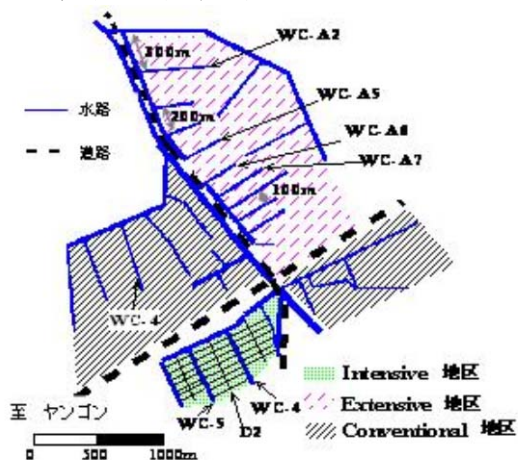


図1 調査地域の概要

現地調査では、まず対象地域の圃場区画、土地所有区分、ならびに田面標高についての調査を実施した。そして、調査対象地域の全農家に対して、水管理、作物管理、施肥量、作付け品種、ならびに米収量についての聞き取りを行い、土地所有区分と照らし合わせた。さらに米の収益と比較するため、畑作物の収益についての情報も収集した。

水利・水文関連の情報については、対象地区の水路上流部にパーシャルフリュームおよび自動水位計を設置して乾期灌漑期間の流量を観測した。また、蒸発散量を計算するため、気象要素（降水量、蒸発散量、気温、日射など）のデータを対象地区近郊の気象観測所から入手した。水利慣行および水管理組織の運営状況については農民への聞き取りにより情報を得た。さらに、農民への聞き取り調査はミャンマー中部マンダレー近郊の灌漑地区でも実施した。

このようにして得たデータを分析することにより、それぞれの地区の複数年にわたる特徴および米収量に及ぼす阻害要因を抽出した。さらに、圃場整備状況、施肥量、ならびに使用品種に着目し、統計分析手法を用いてこれらの要因が米収量に及ぼす影響についての解析を行った。

## 4. 研究成果

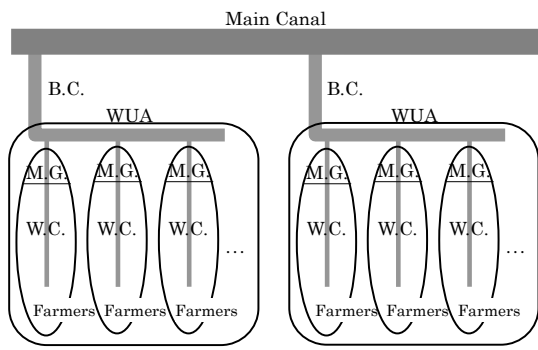
### (1) 灌漑管理体制

ミャンマーにおける灌漑の歴史は古く、9世紀中ごろからイラワジ河を中心として発達してきた。近代における灌漑事業は、原則的にはダム・頭首工等の水源施設から幹線および支線水路までを国営で施工し、それ以降の3次水路についてはWater Course (WC) と呼ばれる水路を農民の責任で施工している。基幹施設の操作・維持管理は、国営で施工されたものは灌漑局維持管理事務所の所管業務となっている。ただし、農家は1950チャット/エーカーの水利税を支払う義務がある（2006年度までは10チャット/エーカー）。一方、農家が建設したWCは、農家自身が維持管理を行うのが原則となっている。WC以降は田越し灌漑が主として行われているが、WCの整備水準は低いために水路末端まで配水されずに広範囲な圃場が田越しで配水されることが多い。

水利組織については、各WCを基本単位とした緩やかな共同水利組織が特に低平地では発達しており、およそ図2のような組織形態を行政側は基本として考えている。すなわち、1つのWC掛かりの受益水田に関与する農民グループが存在し（WCグループ）、そのグループの代表はMyaung Gaung（水路頭）と呼ばれる。通常、2次水路単位でWater Users' Association (WUA) を形成することになっており、その代表は包含するWCグル

一づいづれかの水路頭が務めることが多い。水路頭の主な役割は水路の維持管理に必要な補修、清掃などの取りまとめであり、問題が発生した場合は灌漑局の水路監査官 (Canal Inspector) に報告する義務を持つ。しかし、WUA の多くは、実質的に十分機能していないのが現状である。

灌漑水の供給側組織としては、通常、水配分委員会 (WDC) が設立されており、この組織は Township Peace and Development Council の委員長 (通常、Township Chairman : TC) を同委員会委員長として、農業灌漑省の職員・エンジニアなどによって構成されている。配水計画策定までの一般的な流れは、まず各政府地方局 (Gov) から WDC に当該期間の作付け面積の割り当てが打診され、WDC はこれを受けて実践可能な灌漑面積を回答する。回答が承認されれば、受益面積に応じた配水量が決定され、その結果は WDC→VC (Village tract Chairman) →100HL (およそ 100 世帯程度の住民で組織される互助会のようなグループの代表) と伝達され、最終的にそれぞれ担当の農民に周知される (図 3)。WDC はその歴史や経験が決して長いわけではなく、発展途上の段階にあると思われるが、少なくとも乾期作開始前の水田を対象としたおおよその配水計画の決定には機能している。



M.G.: Myaung Gaung B.C.: Branch Canal W.C.: Water Course

図 2 水利組織の概要図

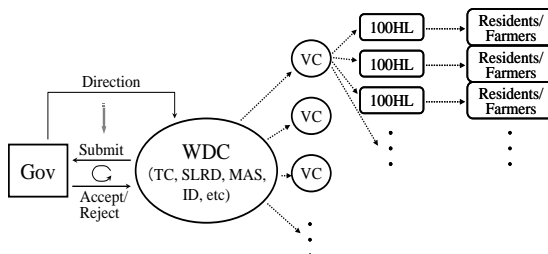


図 3 水配分における意思決定プロセス

## (2) 対象地域における稲作の特徴

①取水量、灌漑面積、生産量の動向：本研究における調査各地区の状況を整理すると、Intensive 地区は比較的高い収量及び良好な

用水の拡充、Extensive 地区は場所による低い収量および不適切な田面標高の散在並びに排水不良、従来型の Conventional 地区は低い収量及び著しい用水不足、となる。

用排水分離を含む日本型圃場整備を導入した Intensive 地区では、乾期作の水管理に制約は少なく収量も比較的高い (約 4.5t/ha)。一方、Extensive 地区では取水不足には至っていないにもかかわらず、主として田面標高の関係で配水と排水不良両方の問題により低収量 (約 2.0 t/ha) となっている。また、同様な低収量である Conventional 地区においては、配水量が限られている上に土地に起伏があるため取水できる圃場が非常に少ないことが明らかとなった。

このような違いは、Extensive 地区と Conventional 地区では構造上 WC が有効に機能していないため農民は部分的にしか WC を利用していないことが一因として考えられる。そのため、農民は実質的に補助水路であるフィールドディチ (Field Ditch) の構築、または田越し取水を多用し耕作をおこなっている。WC からの取水量が十分であれば田越しであっても末端農地まで灌漑することが可能であるが、そうでない場合はたとえ圃場整備を行っても水を全ての受益地に行き渡らせることは不可能である。

取水状況においては Intensive 地区と Extensive 地区において受益面積に対しおおよそ 10mm/d 弱の取水となっており、我が国と比較して半分程度と考えることができる。平均日蒸発散量は約 4.5 mm/d であった。また、対象地域の土壌は粘性度が高く、下方浸透は 1.0~1.5 mm/d 程度と推定されることから、Intensive 地区および Extensive 地区の受益圃場では必ずしも取水不足とは思われない。

一方、Conventional 地区では 2005 年以前は 5.0 mm/d 前後の取水量であり蒸発散量と大差ないことから、水供給がかなり逼迫した状況にあると考えられる。このため、Conventional 地区においては取水量が全耕地を灌漑するには至らず、また田面標高の問題もあるため水稲作地は WC 周辺に限定されていることが明らかになった。また、Extensive 地区においては、田面標高の問題に起因する排水不良の土地も発生していることが現地踏査で確認することができた。すなわち、排水河川に向かった田面間の勾配が単調減少になっておらず、圃場間の平均田面標高の起伏が激しいため、排水方向が限定される土地が見受けられた。

このような状況を勘案し、Conventional 地区では荒廃の見られた二次水路の改修と、三次水路の配置変更が 2005 年の乾期作付け前に農業灌漑省の主導で行われた。二次水路の改修では水路断面の再形成などが行われ、三次水路は既存の水路を利用して新設部分を

少なくすることを考慮した。さらに農民の意見を取り入れ、可能な限り多くの圃場が水路に接するような配置に変更された。この末端水路整備の狙いは、生産量の増加を目的とした取水量の増加、取水の柔軟性の向上、農民による自主的な水路維持管理の実現の三点である。このような状況下での取水量、米生産量、稲作面積の変遷を図4に示す。改修後の取水量は約2.8倍に増加し、稲作面積は約1.5倍に増加した。これに伴い米生産量も増加した。単位面積あたりの収量は改修前では平均で2.0 t/ha以下であったが、改修後は約3.0t/haにまで増加した。取水量の増加ほど稲作面積が増加しなかった理由としては、改修前がもともと水不足であったため水が増加してもそれが解消されたに過ぎず稲作面積の拡大にはいたらなかった、周囲の圃場より標高が高く取水が依然困難であった、米作より収益性の高い畑作を優先した、などの理由がアンケート結果から判明した。耕作面積が多少増加しても各圃場への取水量の増加による水供給の安定性も増したため、農民の取水に対する逼迫感が軽減されたことも明らかになった。特に、下流側の農家では収量が改修前に比べ増加しており、地区平均の収量も安定して以前より高くなっている。結果的に、対象農民の9割近くが水路改修の効果が得られたと実感している。

さらに、改修後2、3年目では村長らの呼びかけの下で農民による水路の維持管理作業が行われていが、4年目には稲作希望者が自ら二次および三次水路の維持活動を行うようになった。このことは水路改修が契機となって水路維持管理活動への関心が高まり、より積極的に組織的な管理活動に関与するようになったことを示している。

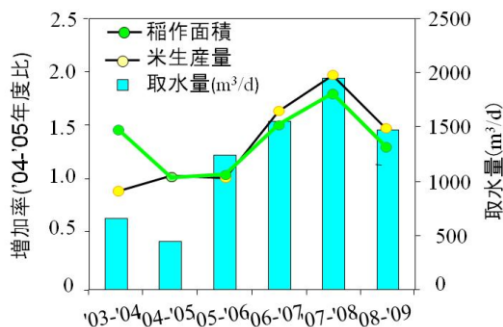


図4 取水量、米生産量、稲作面積の変遷

また、本研究では、用水が各圃場に到達するまでに経由する水田の筆数、すなわち経筆数が、田越し灌漑における取水の柔軟性を表す指標として有用であることが明らかとなった。水路改修に伴い水路から直接取水できる圃場が増加すると、原則、取水の柔軟性は増し経筆数は減少するはずであるが、一方で水路から遠方の圃場まで稲作が拡大すると、

むしろ田越しの程度は増し経筆数は増加するとも予想される。調査地区においては改修後、稲作面積の増加にも拘らず平均経筆数は改修前に比べ僅かながら減少傾向にある。このことは取水の柔軟性が損なわれずに稲作面積が拡大されたと考えられる。

②米収量に与える要因分析：米収量に影響を及ぼす圃場整備状況、化学肥料投入量、ならびに作付け品種に着目し、これらの要因の変化が米収量に及ぼす影響について最適尺度法によるカテゴリ回帰分析を用いて解析した。当然、収量にはこれら以外の要因が関係してくるが、3地区における他の要因、例えば栽培法、気候条件、土壌、防除体系や農薬の使用量、農業機械や労働力の投入などが農家間に顕著な差がないことから、上記3つの要因が大きく影響を及ぼしていると想定した。対象2乾期作において、農民は計8種類の非感光性の高収量品種(HYV)を使用していた。これらの品種の育成期間は95日前後から140日前後である。作付け品種の選択は、農業灌漑省の普及員からの情報や指導を基に決定するとのことである。

表1に分析結果を示す。決定係数は0.84(重相関係数0.87)であり、0.1%水準で有意であった。また、収量に対して、圃場整備レベル、施肥量、品種すべてが有意な影響を及ぼしていた。そのなかでも圃場整備レベルは大きな重要度を示しており、米収量に大きく関与していることを示している。言い換えれば、本研究対象地区のような条件下においては、Intensive地区のように用排水機能を向上させない限りは、たとえ施肥量の増大や高収量品種を投入したとしても高収量は望めないであろう。これは、高収量品種が十分な灌漑水供給、施肥などの栽培管理が整ってはじめてその能力を発揮することからも理解できる。

表1 圃場整備レベル、肥料投入量、作付け品種が米収量に与える影響度

説明変数	レンジ	標準化係数	重要度 (注1)
圃場整備レベル	1-3 (注2)	0.865** (注3)	0.879
肥料投入量	70-490kg/ha (注4)	0.174*	0.105
品種	1-8 (注5)	0.288**	0.016
R <sup>2</sup>		0.836**	

注：

- 1) (標準化係数\*ゼロ次相関)÷決定係数の式での計算値。
- 2) 1. Conventional、2. Extensive、3. Intensive
- 3) \*\*1%水準で有意、\*5%水準で有意。
- 4) 肥料投入量データは、最適尺度法に従い5つのカテゴリーに分類した。
- 5) 対象地区では、調査乾期作において計8種類の非感光性の高収量品種(HYV)系を使用していた。

### (3) 灌漑施設管理の課題と方向性

本研究では、取水性や排水に影響を及ぼす圃場整備の程度が、施肥量や品種と比べて米収量を増大させる大きな要因となっていることが明らかになった。このような問題は、農民にも共通認識されているが、共同体としての水利組織が未成熟であり、かつ経済的な制約があるため農民が個々に対応するには限界がある。

本研究の結果を踏まえれば、日本型の整地を行うとともに用排水路を分離するような整備手法が優れていることは明らかである。しかし、マンダレー地域で見られるようなパイロット的に用排水路を分離した圃場整備を実施した地区もあるが、このような整備手法を独自に広く普及させることは経済的・技術的にみて難しいであろう。ミャンマーの灌漑地域の大多数は本研究対象地域の従来型整備地区に近い現況と想定されるが、やや先進的な水路本数を増やした地区においても、収量的には顕著な差が見られなかった。このことは、収量の向上を目指すには、水路間隔を変化させる他にも対策が必要なことを示している。

対象地域の現状を勘案した場合、本研究の対象地区で実施されたように、水路の配置を変更し取水の利便性を増すことなどが最低限の対策として考えられる。事実、このような経済的・技術的にも比較的容易な整備でもその効果は現れ、十分農民にも実感された。さらに、このことが契機となり農民参加型水管理が実質的に機能し始めることとなった。

また、さらに一步踏み込んで、在野の材料、技術に応じた田面標高を調整する整地的な整備も考慮すべきであろう。時として整地は、コスト面を含め大掛かりなものと受け止められがちであるが、対象地区は全般的には平地であること、一区画が小さいことを考慮すれば決して不可能ではない。

本研究の結果を鑑みれば、アジア・モンスーン地域の開発途上にある灌漑農地のほとんどが本研究対象の従来型地区のような整備状況と想定されることから、こうした途上国における灌漑開発の手法または整備内容について再考する必要性が示唆される。灌漑農業における生産を増大しかつ農民参加型水管理体制を機能させるには、ハード面での利水・水管理条件を整えた上で、農民による灌漑管理が機能可能となるような操作運用・維持管理などについての情報や技術を適宜供与あるいは教育する体制を整えることが必要条件であろう。また、ハード面の整備においても、そのすべての過程において行政と農民が十分なコミュニケーションを図りつつ、可能な限り農民参加を促していくことが重要である。

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

① Hatcho, N., S. Ochi, and Y. Matsuno, The Evolution of Irrigation Development in Monsoon Asia and Historical Lessons, *Irrigation and Drainage*, 査読有, Vol.59, 2009, pp.4-16.

② 松野 裕・堀野 治彦, 水稻二期作地帯における圃場整備レベルが乾期米収量に与える影響—ミャンマー南部低平地の稲作を例として—, *開発学研究*, 査読有, 19巻, 2009年, pp.15-23.

〔学会発表〕(計7件)

① 松野 裕, ミャンマー低平地における灌漑管理の現状と展望, 農業農村工学会大会講演会, 2009年8月5日, 筑波大学.

② Matsuno, Y., Introduction of Participatory Irrigation Management -Important Concept and Element for Myanmar-, Seminar on Development of Participatory Irrigation Management in Irrigation Projects, 4 August 2008, Irrigation Technology Center, Myanmar.

③ Horino, H., Residents' Perception and Evaluation of Multi-functional Roles of Irrigation Water, Seminar for Paddy, Agriculture, Water, Environment and Ecosystem, 24 February 2008, MOAI Myanmar, Ma Mya, Myanmar.

④ 堀野 治彦, ミャンマー国における末端圃場水利用の実態とその向上への展望, 農業農村工学会大会講演会, 2007年8月30日, 島根大学.

### 6. 研究組織

#### (1) 研究代表者

松野 裕 (MATSUNO YUTAKA)

近畿大学・農学部・教授

研究者番号：50340766

#### (2) 研究分担者

堀野 治彦 (HORINO HARUHIKO)

大阪府立大学・生命環境科学研究科・教授

研究者番号：30212202

八丁信正 (HATCHO NOBUMASA)

近畿大学・農学部・教授

研究者番号：00268450