

第3章

メコンデルタ地域における三期作の拡大と肥料投入

塚田和也

要約：ベトナムのメコンデルタ地域では、高堤防の建設にともなう三期作の拡大が生じている。本章は、三期作が累積的な土壌劣化をもたらし、肥料投入の増加に拍車をかけているという仮説の妥当性を、データと既存研究のレビューに基づき議論する。

キーワード：メコンデルタ地域、稲作、堤防建設、三期作、肥料投入

1. はじめに

ベトナムの農業部門は、過去30年間に目覚ましい発展を遂げた。農業発展を可能とした技術的な要因は、灌漑建設、高収量品種の普及、化学肥料の使用、農業機械の導入など農業近代化と称される変化である。本章はこのうち肥料投入の増加に着目する。

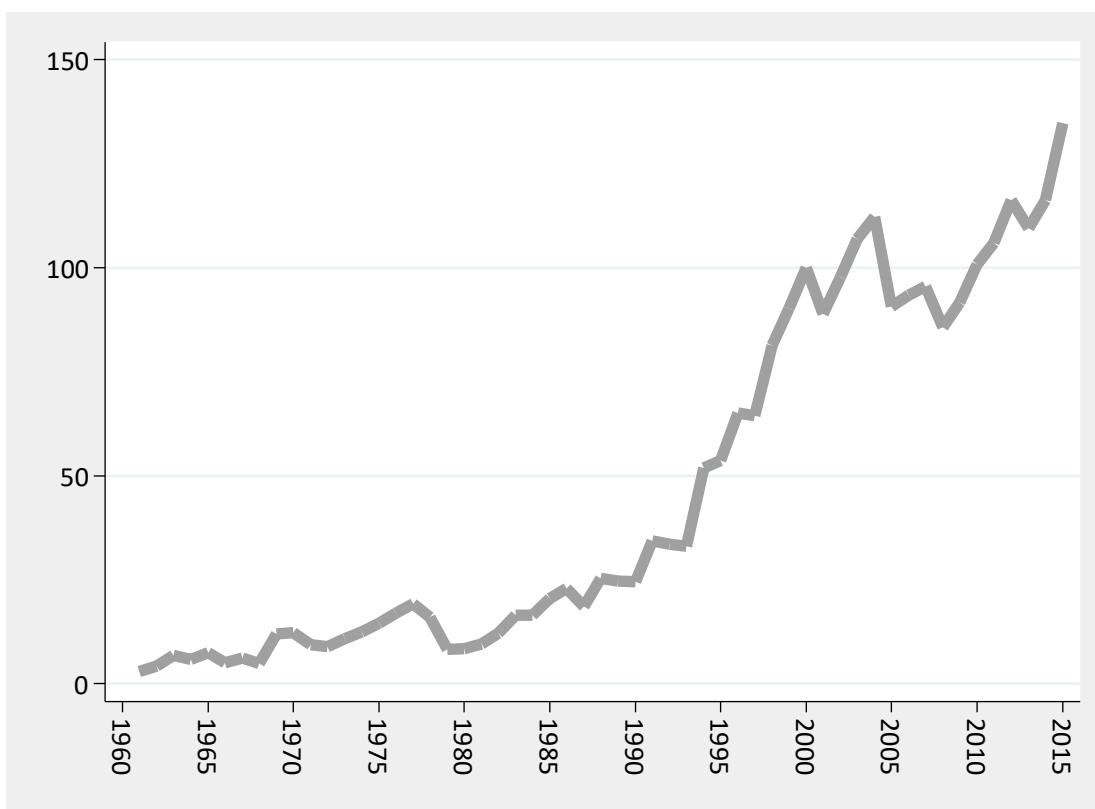
ベトナムの肥料投入は、コメ作付面積の伸びとともに1990年に急拡大した。2000年代前半に停滞したものの、2010年前後から再び増加に転じた。近年の増加の背景には、最大の稲作地域であるメコンデルタにおいて、三期作が拡大したことが挙げられる。上部デルタは洪水の常襲地域であり、本来、氾濫期間（8月—11月）の稲作はできない。しかし、高堤防で地域全体を囲むことにより、洪水の進入を防ぎ、三期作を行うことが可能となる。堤防建設には、地域の人々の生活基盤や財産を守り、農業収入の増加をもたらすというメリットが存在する。一方で、洪水がもたらす淡水魚資源や肥沃な堆積土壌を排除してしまうという効果も持つ。そのため、累積的な土壌劣化の進行により、肥料投入の一層の増加が不可避になる、といった懸念が現地では高まっている。

本章の目的は、メコンデルタ地域における三期作の拡大と肥料投入の関係を、データと近年の研究成果の整理を通じて議論することである。三期作の拡大により合計の肥料投入が増加することはいうまでもない。問題は、土壌劣化が原因で作付面積あたり肥料投入が増加し、農家の収益性に負の影響をもたらすかどうかである。既存研究の結果は、こうした負の影響の存在を示唆するものであるが、分析手法には限界もある。次節は、肥料投入の変化とその背景をデータに基づき論じる。第3節では、三期作の拡大が肥料投入に与える影響を論じた既存研究を整理する。最後に、将来の課題を論じる。

2. ベトナムにおける肥料消費の変化

本節では、ベトナムにおける肥料投入の変化を示し、背景となる要因を、データに基づき議論する。図1は、過去半世紀のベトナムの肥料投入の推移を示したものである。肥料投入は、有効成分である窒素（N）、リン酸（ P_2O_5 ）、カリ（ K_2O ）の合計であり、2000年の投入量を100として示している。

図1から明らかなように、ベトナム全体の肥料投入は、1990年代に急拡大し、2000年代に入るとしばらく停滞した。しかし、2010年前後から再び上昇し、現在もその傾向は継続している。1980年代半ばから1990年代は、ドイモイの影響で農業を取り巻く制度や市場が変化し、農業生産量も増加した時期である。この時期の肥料投入の増加は、市場経済への移行と農業近代化の文脈で理解できる。では、2010年代の変化はいかなる要因によるものだろうか。



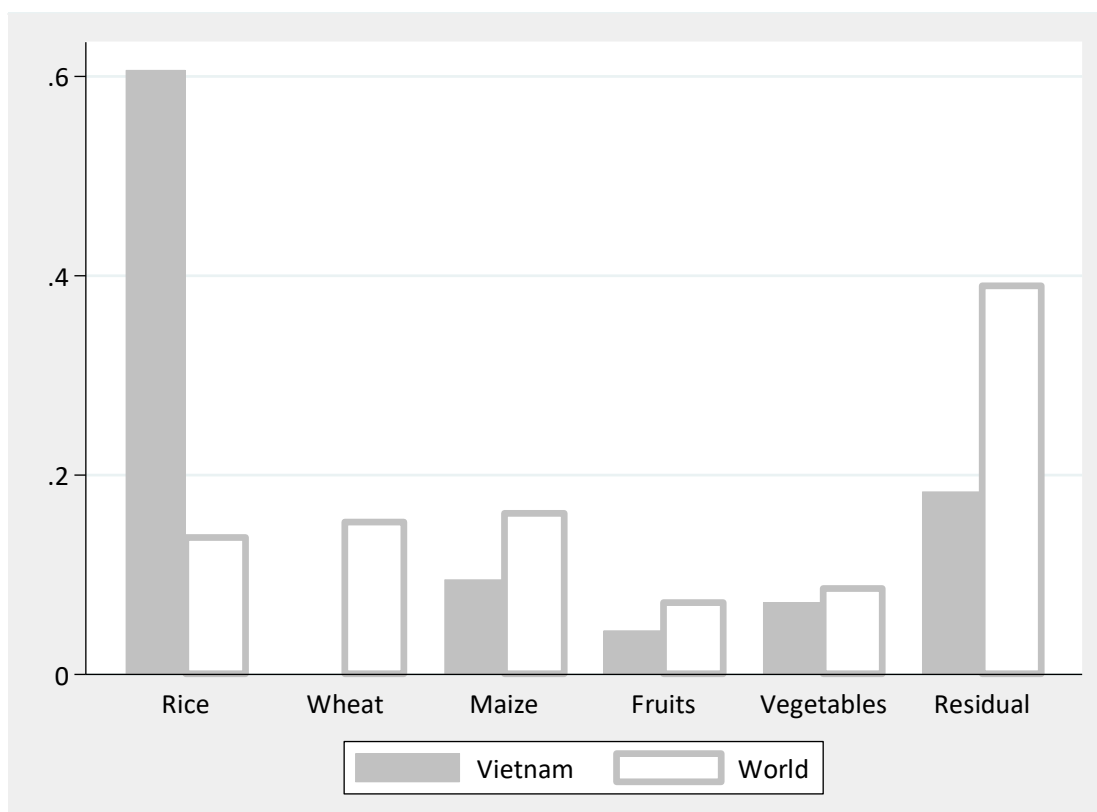
表注：N+P₂O₅+K₂Oの消費量を、2000年を100とした図示したもの。

出所：IFASTAT (<https://www.ifastat.org/>), International Fertilizer Association.

図1 ベトナムにおける肥料消費量の推移

この疑問に答えるため、まず肥料の作目別の投入比率を示したものが図2である。比較のために、世界全体における肥料投入の内訳も示している。ベトナムの大きな特徴は、肥料投入が、圧倒的に稲作部門で大きいことである。具体的には、全消費量の6割がコメ生産にあてられている。野菜、果樹、工芸作物の生産も盛んなベトナムであるが、肥料投入という観点では、やはり稲作部門が支配的なシェアを占める。したがって、肥料投入の変化も稲作部門の変化と関連づけて議論することが必要となる。

図3は、水田面積とコメの作付面積の推移を示したものである。実のところ、1990年代から水田面積には拡大の余地がなく、むしろ緩やかな減少傾向となっている。これに対して、作付面積は1990年代と2000年代後半に増加した。興味深い点は、コメの作付面積の変化と肥料投入の増加や停滞が、基本的に軌を一にしているということである。すなわち、肥料投入の変化を規定する最大の要因は、コメの作付面積である可能性が高い。



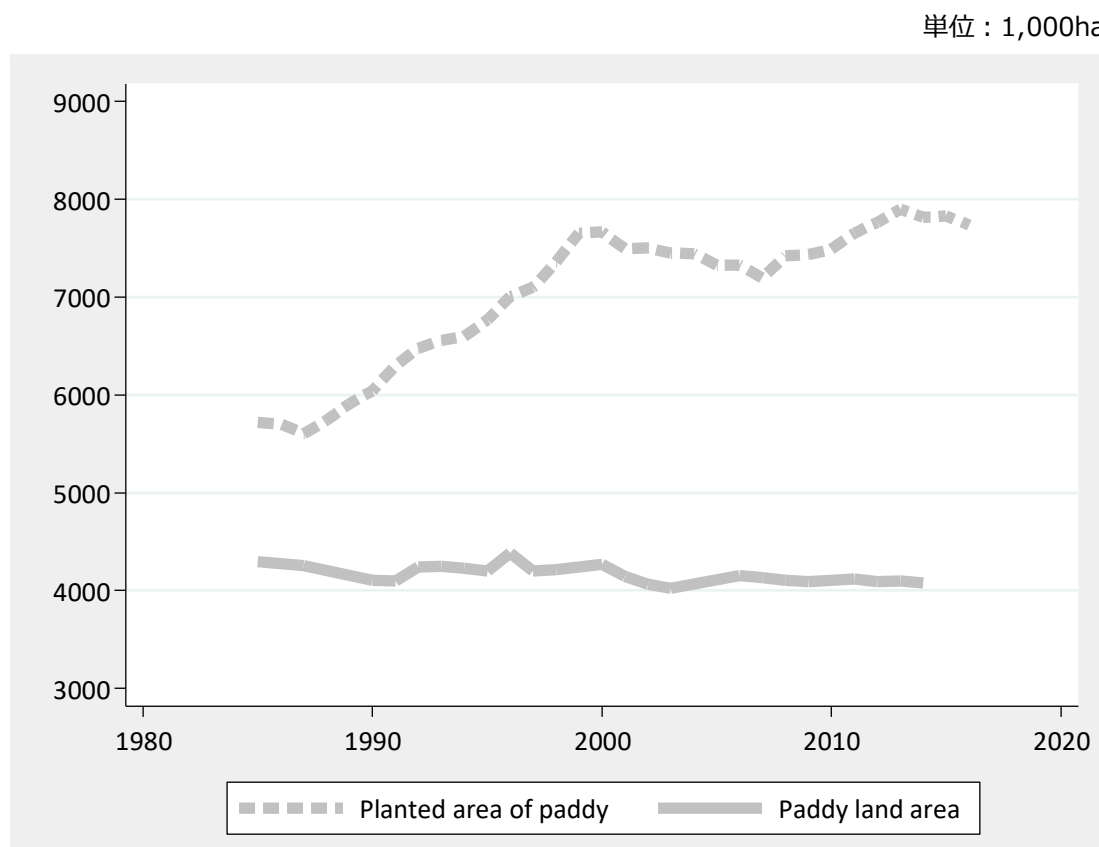
表注：合計消費量に対する作目別消費量の比率。2014年におけるベトナムと世界全体の比較。

出所：IFASTAT (<https://www.ifastat.org/>), International Fertilizer Association.

図2 肥料消費の比率：作目別

コメの作付面積が 2000 年代に停滞した背景には、国際価格の低迷や高付加価値作物への転換を奨励する政策の影響もあったと考えられる。しかし、2000 年代後半の世界食糧価格高騰を経て、ベトナムの政策にも変化があり、一定の水田面積を確保しながら、特にメコンデルタにおいて、多期作化と灌漑投資を促進する流れが強まった。そのため、メコンデルタにおいては、洪水の侵入を完全に防ぐ高堤防の建設と、三期作の拡大が生じた。

メコンデルタにおけるコメ作付パターンは複雑であるため、三期作が行われている水田の比率を、公式の統計から把握することは困難である。しかし、コメの先進地域であるアンザン省について、衛星画像を用いて分析した推計値によると、三期作の面積が 2000 年の 35,000ha から、2011 年には 163,000ha へ増加している（藤原他 2013）。また、上部デルタに位置する 4 省の合計で、三期作地域が 2000 年の 53,500ha から、2012 年は 403,500ha に増加したという報告もなされている（Tong 2017）。



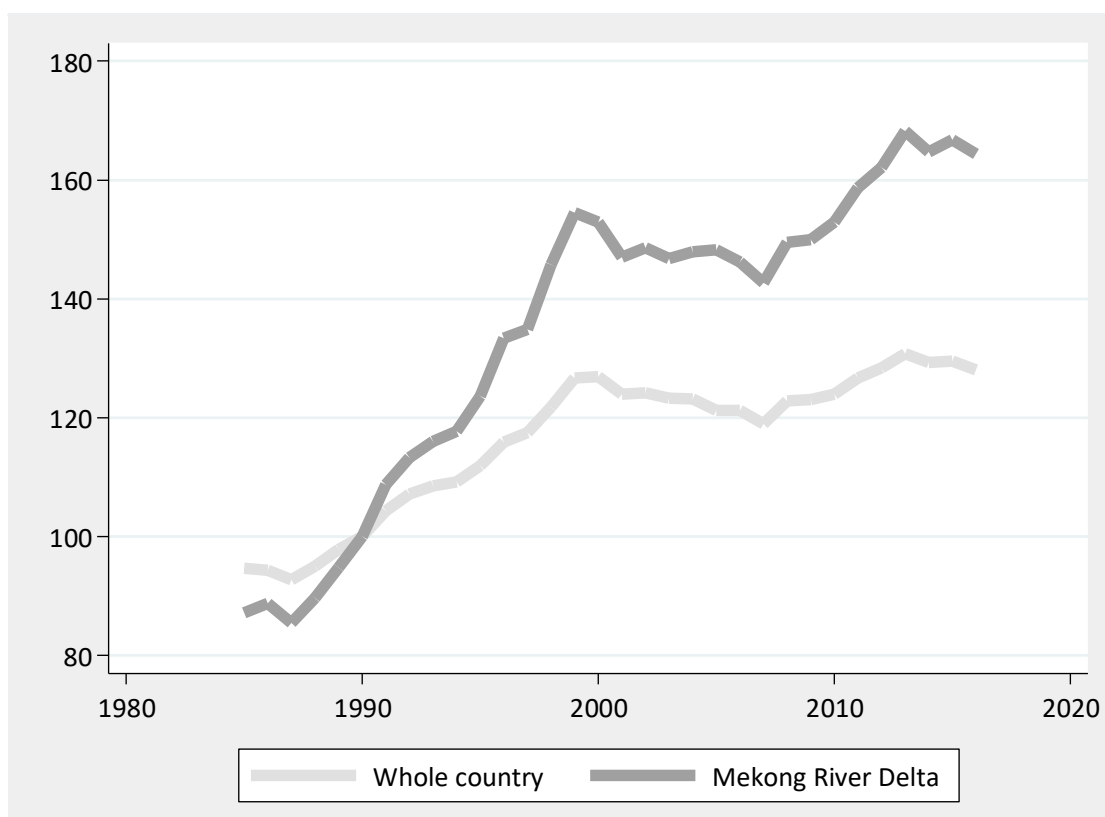
表注：全国の値。

出所：Statistical Yearbook, variou years, General Statistics Office

図3 水田面積とコメ作付面積：全国

これを踏まえながら、メコンデルタ地域におけるコメ作付面積の推移を、図4で確認しよう。図4からは、以下の二点が明らかである。第一に、全国のコメ作付面積の推移は、メコンデルタ地域の動向に強く規定されている。これは、メコンデルタ地域が、全国のコメ生産量の半分以上を占めることからくる直接的な帰結である。第二は、メコンデルタ地域の作付面積の伸びは全国平均をかなり上回っており、2000年代後半の伸びも1990年代のそれと比較して遜色ない。

以上をまとめると、ベトナムにおける肥料投入は、1990年代および2000年代の後半以降に大きく増加したが、これはコメ作付面積の拡大、特にメコンデルタ地域における作付面積の拡大に影響を受けたものである。2000年代後半以降の変化は、メコンデルタ地域における高堤防の建設と、コメ三期作の拡大が背景にある。同時に、このような生産様式の変化は、土壌環境の変化をともなっていた可能性がある。



表注：1990年を100として図示したもの。

出所：Statistical Yearbook, various years, General Statistics Office

図4 コメ作付面積の変化：メコンデルタ地域と全国

表1 稲作における肥料投入：アジア各国の比較

	単位：Kg/ha			
	N	P2O5	K2O	合計
中国	128.6	58.4	38.0	225.0
ベトナム	103.9	57.3	44.5	205.8
日本	72.9	73.1	55.6	201.6
インド	111.8	38.2	20.0	170.0
タイ	92.5	22.8	23.6	138.9
インドネシア	86.4	28.9	12.8	128.2
フィリピン	71.1	15.1	10.3	96.5

表注：各成分の投入量を、収穫面積で除した数値。いずれも2014年の数値。

出所：肥料投入はIFASTAT (<https://www.ifastat.org/>), International Fertilizer Association。収穫面積はFAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/en/#home>), Food and Agriculture Organization of the United Nation。

これまでは、コメ作付面積の拡大と肥料投入の合計との関係を見てきた。しかし、高堤防の建設により、洪水の侵入が阻止され、一年を通じて連続的に稲作を行うことが可能になることを考慮すると、もう一つの関心として、単位作付面積あたりの肥料投入が重要となってくる。

表1は、アジアの国々について、コメの収穫面積あたり肥料投入を比較したものである。国レベルの比較であるため、メコンデルタの特徴をそのまま反映したものではないが、ベトナムの肥料投入が相対的に大きいことは確認できる。ベトナムの紅河デルタは小規模で集約的な稲作を行っているため、その影響が反映されている可能性もあるが、メコンデルタ地域の比重を考慮すると、それだけが要因とは考えづらい。

同じコメ輸出国であるタイやインドと比較すると、ベトナムにおける肥料投入の大きさは特に際立っている。ベトナムは、コメの生産費用が相対的に低く、国際的な価格競争でもタイと比べて優位に立つとみなされているが、肥料投入の面では、より高コストな技術的特徴を持っているといえる。このことは、ベトナムの労働賃金がさらに上昇する過程では、価格競争の面で優位性を失う可能性があることを示唆している。

以上の議論は、メコンデルタ地域における高堤防の建設と三期作の拡大が、堆積土壌の流入を減少させ、肥料投入の増加を促しているという仮説に一定の妥当性を与えるものである。この問題は、ベトナムの稲作農家経営やコメ輸出にも重大な影響をもたらす可能性がある。次節では、ミクロのケーススタディから、この仮説を検証する。

3. メコンデルタ地域における三期作の影響

メコンデルタ地域では、雨季（5月－11月）の後半から水位の上昇が始まり、8月－11月の氾濫期間は、完全に浸水する農地も多い。氾濫水は深いところで、デルタ上部では4－5mに達し、デルタ中部でも1mになることがある。こうした洪水により、しばしば生活基盤や財産には甚大な被害が生じるものの、同時に、蛋白源となる淡水魚資源や肥沃な堆積土壌の供給がなされる。

高堤防がない場合、氾濫期間には耕作ができないため、洪水が引いた後の冬春作と、雨季の始まりに作付け洪水前に収穫する夏秋作、の二期作が一般的となる。このとき、収穫期の8月に洪水が水田に侵入することを防ぐ目的で、低堤防を建設することが多い。この堤防は *low-dykes*、あるいは *August-dykes* と呼ばれる。重要な点は、収穫が終わってさらに水位が増すと、氾濫水が低堤防を越えて農地に侵入するため、堆積土壌の供給が妨げられないということである。

これに対して、高堤防を建設した場合は、氾濫水の侵入をコントロールできるため、氾濫期間に秋冬作を行い、年間では三期作を実現することができる。しかし、堆積土壌の供給が途絶えたまま、ほぼ連続的に耕作をするため、土壌の劣化が進行するという懸念が、現地ではしばしば提起されている。実際、農家の主観的な評価を調査した研究では、三期作の実施により、土壌の肥沃度が低下したとの回答が多く得られている（藤井2013、Tran et al. 2018b）。主観的な認識とはいえ、農家自ら土壌劣化が生じていると答えている点は重要であり、このことが、肥料投入の意思決定に影響を与えるものと考えられる。

三期作の影響を、客観的に評価するため、農家調査を実施して高堤防と低堤防の農家経営に与える影響を比較した研究が報告されるようになってきた。こうした研究では、稲作の費用と収入を質問票に基づき収集している。ここでは、肥料投入と稲作の収益性に関してのみ、既存研究の結果を整理してみる。表2がその結果である。いずれの研究も調査地域は、アンザン省とドンタップ省の複数の県である。アンザン省とドンタップ省には、高堤防が建設されている地域とされていない地域が存在しており、比較の際に農学的条件を（高堤防の有無を除き）同じにすることが可能である。しかし、基本的にクロスセクションの比較であることは、分析の限界といえる。

Kien (2014)は、高堤防のある地域と堤防が全くない地域を比較し、肥料投入を冬春作について比較した。したがって、三期作（冬春、夏秋、秋冬）を行うことにより、以前から行っている乾季作に影響が生じたかどうかを見ていることになる。結果として、三期作の実施により肥料投入は増加することが判明した。これは、三期作が土壌劣化をもたらし、必要な肥料投入が増加したとする見方と整合的である。しかし、単純な比較であるため、メカニズムが実証されたわけではない点に注意が必要である。

表2 三期作の影響：肥料投入と農家利潤

文献	比較対象	作期	項目	結果			
Kien (2014)	High / No	冬春作	肥料合計	高堤防	+19%		
			肥料(N)	高堤防	- 1%		
Tong (2017)	High / Low	冬春作& 夏秋作	肥料(P)	高堤防	+20%		
			肥料(K)	高堤防	+4%		
			肥料総費用	高堤防	+11%		
			利潤	高堤防	-30%		
Tran et al. (2018)	High (Old&New) / Low	全作期	肥料合計	新高堤防	+54%	古高堤防	+133%
			利潤	新高堤防	+57%	古高堤防	+6%

出所：筆者作成

Tong (2017)は、高堤防のある地域と、低堤防のある地域を比較した。冬春作と夏秋作の合計に関して比較を行っている。すなわち、秋冬作の追加（三期作の実施）が、それ以外の作期に影響を及ぼしているかどうかを見ていることになる。結果は、やはり、高堤防が建設された地域で肥料投入が増加するというものである。冬春作と夏秋作の利潤を比較すると、堤防建設がなされた地域では、有意に利潤が低下している。このことは、三期作で稲作収入がトータルで増加したとしても、投入費用の増加によって、各作期の利潤はあまり増加しない可能性を示唆している。

Tran et al. (2018)は、全作期の合計を比較して、この点を確認したものである。低堤防の地域における二期作と、高堤防の地域における三期作が直接的に比較されていることになる。この研究のユニークな点は、高堤防の地域を二つに分割したことである。すなわち建設が5年以内の新しい三期作の地域（新高堤防）と、建設から15年以上がたつ古い三期作の地域（古高堤防）である。結果によると、高堤防の地域は低堤防の地域より肥料投入が増加する。さらに、その度合いは堤防建設から年月を経るほど大きくなる。これは、累積的な土壌劣化による負の影響であると解釈される。同様の議論は、利潤についても適用することができる。三期作を開始した当初は、利潤に関して十分な上昇を見込めるが、年月がたつにつれ利潤の低減が観察される。実際、三期作を行っているにも関わらず、二期作の平均利潤との差が負になる農家も存在することが報告されている。

こうした研究における最大の問題点は、既に述べたように、堤防建設の有無や時期に関する内生性に対処できていないことである。堤防建設からの期間による累積的な効果の分析は、非常に有益であるものの、現時点ではクロスセクションの比較にとどまっているため、バイアスの存在を排除できない。堤防建設の決定過程や建設条件に配慮した

分析を行う必要がある。また、いずれの研究も、少数のサンプルに依存した分析となっており、正確性には疑問が残る。

もう一つの問題はメカニズムに関するものである。作付面積あたり肥料投入の増加を、全て土壌劣化の影響として理解できるかどうか、必ずしも明確ではない。実際、氾濫水の養分供給を定量的に分析した藤原（2013）は、氾濫水によって供給される堆積土壌は確かに肥沃であるものの、農地の作土層に対する割合で見ると、相対的にわずかなインパクト（数%）しか与えないことを確認している。そのため、農家の肥料投入に関する意思決定が、土壌の肥沃度以外の要因にも大きく影響を受けないか、慎重に検討しなければならない。

4. おわりに

メコンデルタ地域における三期作の拡大は、肥料投入を直接的に増加させるだけでなく、累積的な土壌劣化によって、作付面積あたり肥料投入も増加させる可能性がある。既存研究の結果は、こうしたメカニズムの存在と整合的であるが、結論を得るためにはさらなる分析が必要であり、以下は今後の課題である。

第一は、農家や地域レベルでパネルデータを構築し、内生性の問題に対処可能な分析フレームワークを採用することである。衛星画像データなどを活用することで、メコンデルタ地域の高堤防が建設されたタイミングを、県やコミューンレベルで把握することは可能だと思われる。高堤防の建設は基本的に地方政府が管轄しているため、政府内の資料を活用することも考えられる。こうした情報に、すでに存在する家計のパネル調査や地域の時系列情報を結合することで、2000年代以降についてのパネルデータを作成することが有益であろう。

第二は、肥料の品質を考慮することである。ベトナムでは、市場で流通している肥料の品質に、少なからず問題があることが指摘されている。通常、肥料のような経験財の品質に不確実性がある場合、農家はコメの生育状況や収量から、品質に関する主観的な予想を改定することになる。しかし、三期作が累積的な土壌劣化を引き起こすと農家が認識している場合、収量の低下を長期的な土壌劣化と判断して、さらに肥料投入の増加を決定するかもしれない。そのため、収量低下が本当は肥料の低品質に起因するものとしても、肥料投入の増加が生じうる。これは、収量などのシグナルが意味する内容に複数の可能性が生じ、農家の適切な判断が阻害されるためである。肥料の品質を考慮に入れた場合、農家の肥料投入の意思決定はより複雑なものになることが予想される。

参考文献

- 藤井秀人、藤原洋一、星川圭介、2013、「メコンデルタ洪水常襲稲作地域におけるフルダイク化の進展とその影響」、農業農村工学会論文集 285、67-74.
- 藤原洋一、藤井秀人、星川圭介、柏木淳一、2013、「メコンデルタにおける3期作化が農地および周辺水門環境へ及ぼす影響」、水文・水資源学会 2013 年度研究発表会.
- Kien, Van Nguyen, 2014. *An Economic Evaluation of Flood Dike Construction in the Mekong delta*. Lap Lambert Academic Publishing, Germany.
- Tong, Yen Dan, 2017. "Rice Intensive Cropping and Balanced Cropping in the Mekong Delta. Vietnam – Economic and Ecological Considerations." *Ecological Economics* 132, 205-212.
- Tran, Dung Duc, Genrardo van Halsema, Petra Hellegers, Fulco Ludwig, and Andrew Wyatt, 2018a. "Questioning triple rice intensification on the Vietnamese Mekong delta floodplains: An environmental and economic analysis of current land-use trends and alternatives." *Journal of Environmental Management* 217, 429-441.
- Tran, Dung Duc, Genrardo van Halsema, Petra Hellegers, Fulco Ludwig, and Chris Seijger, 2018b, "Stakeholders' assessment of dike-protected and flood-based alternatives from a sustainable livelihood perspective in An Giang Province, Mekong Delta, Vietnam." *Agricultural Water Management* 206, 187-199.