

第1章

発展途上国における粗悪肥料問題：分析視角

有本 寛

要約

持続可能な農業と生産性の向上には、「適正量」の肥料投入が不可欠である。本研究プロジェクトは、品質の悪い粗製肥料の流通が肥料の適正利用を妨げている可能性を検証するものである。本稿では、分析視角として、消費後も品質が正確には推定できない「noisy な経験財」としての肥料の特質が、レモン市場問題を引き起こしていることを整理する。そのうえで、粗製肥料の流通と肥料の適正利用に関する課題として、粗製肥料の流通実態の把握とその方法、肥料の製造・流通構造、粗製が生じるメカニズムと製造・流通段階、粗製に対する農家の主観的認識、農家による品質推定、公的制度の概要と実効性、メーカーによる評判確立の可能性、について整理する。

キーワード：粗製肥料、情報の非対称性、レモン市場問題、noisy な経験財

1. はじめに

持続可能な農業と生産性の向上には、適正量の肥料投入が不可欠である。食糧安全保障および農業生産性の向上は、発展途上国を中心として国際的に主要な政策課題のひとつである。アジアにおける「緑の革命」の経験では、集約的な農法のため、灌漑設備の普及を基盤として、投入財（化学肥料や高収量品種）と技術普及が鍵であった（Hayami and Ruttan 1985）。しかし、アフリカの技術普及のスピードは遅く（Foster and Rosenzweig 2010）、結果として農業生産性も停滞している。アフリカでなぜ肥料投入が過少なのかについて、さまざまな要因が指摘されているが、そのひとつに、市場に粗悪品が広く流通しているため、農家が積極的な肥料投入を控える「レモン市場問題」

が発生していることが指摘されている (Bold et al 2017). 成分含有率が表示や基準に満たない粗製肥料の問題は、さまざまな発展途上経済でしばしば報道されており、稀な課題とはいえない状況である¹. 粗製肥料問題が肥料の過少投入の要因のひとつであれば、農業が重要な柱である発展途上国や中進国の経済成長に対する深刻な足かせとなる。この問題の解決は、農業部門の成長を通じた経済発展と、先進国を含む世界的な食料供給の安定化につながる。

一方で、中国やベトナムなどでは逆に肥料投入が過剰で、農業土壌や水質に環境負荷をかけている。ベトナムは世界有数の米生産大国であり、米の増産・輸出を政策的にも奨励している。しかし、ベトナムのメコンデルタ地域では、単位面積あたり施肥量が世界的にみても高く、農業経営上も環境上も問題となりつつある (本報告書・塚田論文)。同時に、数年前からたびたび成分含有率が表示に満たない粗製肥料の蔓延が報道され、政策課題となっている (本報告書・荒神論文)。中国やベトナムでの粗製肥料の蔓延と過剰投入の関係は必ずしも十分研究されているとはいえないが、「薄い」肥料成分を補うために、過剰に肥料を投入するという行動を農家が行うことが考えられる。

以上のように、粗製肥料の流通と肥料の不適性利用には、一定の関係があり、農業生産性の向上や、環境負荷の低減に重要な含意を持つことが予想される。本研究プロジェクトの目的は、粗製肥料の流通の実態・決定因・影響、および対策の現状を把握することである。本稿はこの問題に対する分析視角を概説する。

2. 分析視角

本研究プロジェクトでは、肥料の適正投入問題に対して、肥料の品質という分析視角から接近する。肥料は、外見からは真贋や成分を判別することが難しく、粗製品が出回りやすいことが、農家の肥料投入行動に影響を与えるという仮説である。

2.1 Noisy な経験財としての肥料

粗製肥料が市場に蔓延する理由は、生産者や流通業者が安く粗製品を製造し、それを真正品として高く販売することで不当な利潤をえられるからである。ただ、その背

¹ なお、現代日本でも「堆肥への使用が認められない汚泥や化学肥料を堆肥に混入させる悪質な事例」などの原料の虚偽表示による肥料取締法違反が発生している (農林水産省, 2018)。

景として、肥料の財としての特質を理解しておく必要がある。肥料は「noisy な経験財」としての性質を持っており、これが粗製肥料が市場に出回る理由のひとつとなっている。

財は、品質に関する情報の非対称性のあり方、つまり、消費者が財の品質を購入前、購入後、消費後といった、どのタイミングで知り得るかで分類ができる (Dulleck and Kerschbamer, 2006; Dulleck, Kerschbamer, and Sutter, 2011)。品質がよく知られており、吟味するまでもない「通常財」と、購入前に吟味しないと品質がわからない「探索財」は、品質の吟味の必要性に違いがあるが、消費する前に品質が判明する点では共通している。一方、消費しないと品質がわからないものは「経験財」と呼ばれる。例えば、リンゴの品質（味）は食べてみないとわからない。消費しても品質が分からない財は「信用財」と呼ばれる。例えば、有機リンゴは、実際に有機栽培されたかどうかは、消費してもわからない。売り手の言うことを「信用」するしかないのである²。

肥料は経験財である。ただし、消費者が消費経験を通じてさえも、品質の正確な推定と学習が困難であるという意味で、「noisy な」経験財である。リンゴのような通常の経験財の品質は、消費し味わうという「経験」後にはわかる。しかし、肥料は消費しその成果である収穫量が判明したあとも、品質が正確にはわからない。収穫量は、天候や病虫害、管理状況など、さまざまなノイズにも左右されるからである。

この noisy な経験財として特性が、粗製肥料の蔓延のひとつの要因となる。市場から粗製品を排除する「評判メカニズム」が機能しにくくなるからである。消費者は、高品質な財を供給する「評判」の高い供給者から継続的に購入し、仮に粗悪品を掴まされた際は、以後の取引関係を解消する。供給者にとって、関係解消は長期的な損失となるため、高品質財を供給し、評判を保つインセンティブが与えられる。これが「評判メカニズム」である (MacLeod 2007)。ところが、肥料は noisy な経験財であるために、事後的にも粗悪品を正確には見抜けず、供給者に対して懲罰を発動しづらい。このため、供給者も評判を構築する動機が生じない (Bold et al, 2017)。実際、サブサハラアフリカ（以下、アフリカ）では、市場に低品質な肥料や種子が広く流通し、品質が不確実なため、農家は購入を控えている。このことが、化学肥料や高収量品種などの普及の足かせとなり、農業生産性が停滞する要因となっている。同様の問題は、医

² さらに、そもそもその財が必要かどうかすら消費者がわからない「信頼財」もある。過剰な医療や機械の修理などの専門的なサービスがその例であり、その場合はその専門家を信頼するほかない。

薬品などにも該当する (Björkman-Nyqvist, Svensson, and Yanagizawa-Drott 2018).

2.2. 品質と投入行動

農家は購入した肥料の品質に応じて、どのような肥料投入行動をとるだろうか。

一般的に考えられるのは、典型的なレモン市場問題の状況である。農家は、肥料価格と期待成分量（つまり肥効）が一致する水準で肥料投入量を決定する。成分が「薄い」と疑えば、肥料の購入価格に見合った増収が期待できないため、投入を控えることになる。

あるいは逆に、「薄い」成分を補おうと過剰に投入することも考えられる。この場合、肥料の実効成分量は適正だが、われわれが観察できる肥料総体としては、「肥料成分以外の何か」が添加されているため、過剰投入されているようにみえることになる。実効肥料成分量は適正なので、危惧されるような富栄養化などの環境負荷はさほど深刻ではないかもしれない。ただし、適正量の肥料成分を投入するために、付随的に添加されている「肥料成分以外の何か」を農地に投入しているのであり、それが環境負荷を引き起こす可能性はありえる。

3. 課題の整理

以上の課題と分析視角の整理を踏まえて、以下で具体的な課題を提示する。第1は、粗製肥料の流通にかかる実態の把握、第2は農家の対応、第3は政策対応である。

3.1. 実態の把握

● 粗製肥料の流通実態の把握

マスメディアでは、粗製肥料の生産・流通がたびたび報道されるものの、実際にどの程度粗製品が流通しているかは、必ずしも定かではない。正確な実態の把握には、適切なサンプリングに基づくサンプル収集と成分検査が必要である。

まず、粗製の定義であるが、一般的には、表示・標榜されている成分含有率、ないし法定基準から一定のバッファを超えて成分含有率が低いものを粗製品とみなす。なお、既存研究では、成分含有率が表示や基準を超過するものもあることが報告されている。成分含有率が低い場合は成分が「薄い」ので、一般的な意味でも粗製といえる。一方、成分含有率が高すぎる場合は「濃い」ので「粗製」と判断すべきか議論の余地

がある。既存研究の多くは、「薄い」ことを問題としているが、「濃い」肥料の流通にも注目すべきであろう。ひとつは、後述するように、「薄い」肥料と「濃い」肥料が混在していれば、それは品質精度にばらつきがあり、製造過程に問題があることを示唆するからである。そうであれば、意図的な粗製（不純物混和：adulteration）ではなく製造技術が未熟である蓋然性が高く、単なる取り締まりとは異なる対策（例えば、製造技術の指導など）が求められるだろう。いまひとつは、肥料成分を過剰投入することによる、直接的な生産および環境への悪影響が考えられる。したがって、肥料の品質を成分の「薄さ」のみならず、成分の「分布」に注目する必要がある。

肥料成分の検査方法は、例えば日本では（独）農林水産消費安全技術センターが公的なガイドラインとして『肥料等試験法（2018）』を公表している。このガイドラインで指定されているような一般的な化学分析は、「調整した風乾土壌に試薬等を加えて対象成分を抽出し、機器分析等によって成分毎に測定する」（森次ほか、2015）ため、時間がかかり、試薬の使用や分析操作に熟練が必要である。ところが、近年は蛍光 X 線分析（XRF: X-ray fluorescence）や赤外分光法（IR: infrared spectroscopy）など、より迅速、簡便かつ安価な方法もあり、既存の化学分析と比較しても遜色ないことが報告されている（森次ほか 2015, 森次ほか 2016; Aynekulu, Carletto, Gourlay, and Shepherd (2016)など）。Michelson et al (2018)はこれらの方法を使って、タンザニアで 800 強の肥料サンプルを検査している。

適切なサンプリングを実施するには、肥料の流通構造の正確な把握が必要である。農家まで届く経路として、農業資材店などを介した小売りルートがまず考えられる。ベトナムでは、小売店は、大手肥料メーカーのブランド品のほか、地域や実需に応じて中小や地元メーカーの製品を取り扱っている。このほか、地場の中小メーカーは、農家に直接販売するルートもあるようである。さらに、日本の産業組合や農協、ベトナムの合作社など、協同組合経由で流通されることもある。また、卸商などの販売元と契約農業（contract farming）をおこなっている場合は、契約元から資材が支給されることも多い。以上、おおまかには、1) 小売り、2) 直販、3) 協同組合、4) 契約農業、という 4 つの流通ルートが想定できる。粗製肥料の流通率の推定にあたっては、流通ルートの多様性に対応して適切なサンプリングを実施することが求められる。また、流通ルートごとの粗製品流通率の比較やその要因も重要な検討事項となる。

● 肥料の製造・流通構造

化学肥料は、一つの成分のみを含む「単肥」、単肥を攪拌混合して製造される「配合肥料」、原料に化学的操作を加えて製造される「化成肥料」がある（経済産業省製造産業局, 2016）。配合肥料と化成肥料は複数の成分を含む複合肥料だが、化成肥料は一粒が複数の成分から構成されているのに対して、配合肥料は各成分の粒がバラバラに独立したものが混ぜ合わされている。配合肥料は、異なる色やかたちの粒が混ざっているため、化成肥料との見分けは容易である。

製造・販売は、主原料（原油、天然ガス、リン鉱石、カリ鉱石等）の調達→各要素（尿素、硫酸、リン安、過リン酸石灰、塩化カリなど）の製造→混合・造粒→販売、という流れとなる（農林水産省, 2017）。後述するように、製造・流通過程によって、粗製が生じ得る段階や理由も異なるため、当該国や地域でどの段階から製造・流通過程が始まっているかを把握することが重要である。

● 粗製が生じるメカニズム

前述したように、なぜ粗製が生じるのか、特に意図的か否かによって対策も異なってくるため、粗製が生じる理由を明らかにすることは重要な課題である。

粗製には、意図的な粗製と意図的でない粗製がある。第 1 は、製造コストを下げつつ真正品に偽装するために、故意に不正な原料を使ったり、夾雑物を混入させたりするなどして、利潤を増やす「モラルハザード」の問題である。第 2 は、製造や流通の能力が不十分で、意図せずに粗製品が製造されたり、保管状態が悪かったり、詰め替えの際に夾雑物が混ざるなど、流通過程で粗悪化したりするケースである。これは、製造・流通業者が能力不足の「タイプ」であることに起因する「逆選抜」の問題である。

近代日本では、意図的なモラルハザードも多数報告されているが、現代の発展途上経済では意図せざる粗製、つまり製造・流通技術が伴っていないために、品質基準を満たさないというケースも一定数ある可能性が否定できない。日本やベトナムでの肥料・土壌の専門家、行政当局、肥料小売店等からの聞き取りでは、例えば中小のメーカーでは化学的知識を十分に持つ専門家がおらず、意図した成分含有率の肥料を安定して製造できないという意見が聞かれた。また、配合肥料の場合は各成分の粒子を攪拌混合するが、これが不十分だとロットごとに成分の配合が偏るおそれがある。実

際のところ、配合肥料の各成分の粒子は赤、黒、青など人工的な着色によって、化学的に合成されたことが外見から明らかなことが多い。こうした配合肥料の原料を別の安価な偽装用の材料で置き換えたとしても、わざわざ偽装用の粒子を造成するためにそれなりのコストがかかってしまうと考えられる。また、流通の末端の小売店で砂などを混ぜるにしても、それなりのロットの夾雑物を用意する必要があり、目につくだろう。また、それを攪拌するとなると、かなり大がかりな施設や装置が必要となってくる。さらに前述した人工的な粒子とは、明らかに見た目が異なる夾雑物であれば、かなり目立つだろう³。こうしたことから、こと化学肥料については、混入や偽装はさほど割に合わないことも考えられる。以上の点に関連して、Michelson et al (2018: 31)も利益が出るような混入は容易ではないことを議論している。

攪拌不良であれば、1) 各サンプルの各成分の含有率は低い場合もあれば、高い場合もある、2) 特定の成分の含有率が低い場合は、ほかの成分の含有率が高い、3) 各サンプルでは配合は偏っているかも知れないが、一定ロットの平均でみれば、規定の成分含有率となっている、ことが予想される。特に1)と2)は小サンプルでも検証できることから、これが確認できれば、製造・流通不良による粗製品の流通の傍証となるだろう。また、2)は、特定の成分(窒素)だけでなく、全成分の含有率を総合的に検討することの重要性を示唆している。既存研究は、窒素含有率のみを取り上げて議論されることが多いが、ほかの成分の含有率との関係も興味深い。

● 粗製が生じる製造・流通段階

いまひとつの重要な論点は、製造・流通過程のどの段階で粗製が生じているかである。これに関連して、Fairbairn et al (2017)はタンザニアの肥料を事例に、流通網のどの段階で粗製が生じているかを議論している。最下流の小売店は、その肥料を卸店から仕入れている。もし粗製が卸店の段階で生じていれば、共通の卸店から仕入れている小売店の肥料の品質は、似たような質になるはずである。しかし、最下流の小売店が販売する肥料の品質と仕入元との間に相関はなく、小売店のレベルで粗製が生じている可能性が高いと推察している⁴。粗製が生じた段階を特定するいまひとつの方法は、サンプル肥料ごとに各成分の含有率から、クラスター分析や分子系統解析のような方

³ 堆肥などの有機肥料は別で、見た目が土や砂とほとんど見分けがつかない。

⁴ ただし、この議論は改訂稿である Michelson et al (2018) では削除されている。

法を使って、共通する原料供給者や卸店を特定することである。

以上、実態に把握にあたっては、1) 粗製品の流通率の推定、2) 粗製の発生理由（意図的か否か）、3) 粗製の発生箇所の特定、が課題である。

3.2. 農家の認識と対応

● 粗製肥料に対する農家の主観的認識

粗製肥料の流通と肥料投入を関連づけるには、農家が肥料の品質についてどのような主観的な認識を持っているかが重要である。これは、農家に粗製肥料の問題を認識しているか、市場に出回っている肥料のどの程度、粗製品だと思うかという主観確率を聞き取ることで把握できる。既存研究としては、ウガンダの種子、除草剤、化学肥料 (Ashour et al, 2015)、除草剤 (Ashour et al, 2018)、抗マラリア薬 (Bjorkman-Nyqvist et al, 2018)、タンザニアの肥料 (Michelson et al, 2018) について、それぞれ農家や消費者の主観的な粗製品の流通率が測定されている。Michelson et al (2018) は、さらに肥料に対する農家の支払い意志額 (WTP) も測定しており、農家の主観的な認識の指標として有用である。

● 農家による品質推定

肥料の品質は本当に noisy で、農家は品質を事前も事後も見抜くことができないのだろうか。ベトナムでの農家の聞き取りによれば、農家は多くの観察可能な情報から、肥料の品質を推察している。例えば、施肥後の稲の生長具合や葉の色の変化などから、肥料の品質を推察できるという。また、施肥した肥料が溶けずに残り続けるかどうかも品質を見分ける要素としている。

ただし、この推察がどの程度精確かは定かではない。肥料が溶けないことは、必ずしも粗製であることを意味しない。長く肥効が得られるよう、あえて徐々に溶けるよう加工されている緩行・遅効性の肥料もある。また、Michelson et al (2018) は肥料に固まりがある、夾雑物があるといった物理的特性が劣る肥料に対して、農家は支払い意志額を下げる傾向があること、農家が観察可能な物理的特性と化学的な品質（成分含有率）を関連づけていることを報告している。しかし、実際には物理的特性と成分含有率には相関はなく、農家は品質について誤った推定や認識を持っていることになる。

品質を推察するいまひとつの方法は、社会的学習（social learning）である。農家がそれぞれ単独で観察可能な情報や経験から品質を推察するだけではなく、周囲の農家の経験や情報を合わせることで、品質の推定精度や速度を高めることができる（Bold et al, 2017）。さらに、成果の比較対象となる明確かつ観察可能な参照軸を提示することでも、学習と品質推定を促進できる。Bjorkman-Nyqvist et al (2018) は既存の薬局の一定数が偽造品を販売しているウガンダの抗マラリア薬市場で、真正品を販売することにコミットした NGO を参入させることで、偽造品の販売が半減したことを報告している。このメカニズムとして、Bjorkman-Nyqvist et al (2018) は、NGO は必ず真正品を提供することから、消費者は NGO で購入した薬の治癒率を参照軸とすることで、既存薬局が販売する抗マラリア薬の品質を推察しやすくなるという説明をしている。現実には人びとがこのような比較と推察ができたのかは疑問が残るが、比較可能な成果の参照軸を与えるというメカニズムは有効であろう。

以上、農家の認識や対応については、1) 農家の主観確率の測定、2) 農家の信念が何によって規定されているか、3) 農家の主観確率と肥料投入の関係、の解明が主要な課題である。

3.3. 粗製肥料問題への対応

粗製肥料の流通を解消させる対策について、以下の課題が提示できる。

- 公的制度の概要と実効性

第 1 は、政府等の公的な取り締まりの状況である。先進国では、政府が品質基準や品質表示の規制を設定し、ときに臨検など検査を通して粗悪品の取り締まりを行っている。近代日本では、肥料商の免許制や臨検、依頼分析制度などの公的制度が導入された（松本・坂根 2017）。ベトナムでは近年本格的に取り締まりが強化されている（本報告・荒神論文）。こうした公的制度の理解を深めると同時に、それがどの程度実効性を伴っているかを明らかにする必要がある。例えば、生産者や小売店にどの程度査察が入っているか、免許を得ているか、品質保証書が添付されているか、といったことを確認することが考えられよう。

- メーカーによる評判確立の可能性

第2は、供給側の対策である。まず考えられるのは「評判」の確立である。ベトナムでは大手生産者は自社の肥料をブランド化し、代理店網を通じて流通させている。農家もこうした大手のブランド品をよく認知しているようである。したがって、農家は肥料のパッケージから、それが特定のメーカーによって生産された特定の製品であるという、製品の同一性（アイデンティティ）を認知できる。ただし、アイデンティティと品質（成分含有率）を精確に結びつけることまではできない。前述の通り、農家には品質を精確に推定する術がないからである⁵。したがって、現状では「評判メカニズム」が成立する条件が欠けている。とはいえ、農家は肥料や小売店の情報を交換しており、社会的学習を通じた品質推定と、粗製品や悪しき小売店の情報の伝播を通して、部分的には「評判メカニズム」を形成している可能性はある。

ベトナムでは、ブランドと品質を繋ぐ経路は、現状のところ、当局の査察による粗製品の摘発に限られる。この場合、粗製品を販売した小売店が当局から罰金等の罰則が与えられるが、大手メーカーは、そのような品質上の問題があった場合は補償するという契約を小売店と結んでいる事例がみられた。「補償（warranty）」によるレモン市場問題の解決である。

以上、粗製肥料問題への対応に関連する課題は、1) 公的制度の概要把握、2) 公的制度の実効性の確認、3) 農家によるブランドと品質の主観的関連づけ、4) 農家間の情報共有の実態の解明、5) 補償等の私的制度の実態の解明、が挙げられる。

文献

[和文文献]

経済産業省製造産業局（2016）「生産資材（肥料・農機）の現状について」

https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/suishinkaigo_dai1/siryou6.pdf

（2019年2月25日アクセス）

松本朋哉・坂根嘉弘（2017）「不正肥料問題：アフリカの現状への近代日本からの教訓」

『アジア経済』58(2):47-76.

森次真一・鷺尾建紀・高原知佳子・大家理哉・高野和夫（2015）「近赤外分光法による

⁵ 近代日本では「依頼検査」制度が導入され、生産者、流通業者、消費者など誰でも安価に公的な試験場に品質検査を依頼することができた（松本・坂根, 2017）。

土壌化学性診断の可能性」『岡山県農業研報』6, 41-48.

森次真一・大家理哉・鷺尾建紀・高野和夫 (2016) 「近赤外分光法による水田土壌の可給態窒素の推定精度」『日本土壌肥料学雑誌』第 87 巻第 1 号, 31-34.

農 林 水 産 省 (2017) 「 肥 料 を め ぐ る 事 情 」
http://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_hiryu/attach/pdf/index-3.pdf (2018年8月18日アクセス)

[英文文献]

- Ashour, Maha., Daniel Orth Gilligan, Jessica Blumer Hoel, and Naureen Iqbal Karachiwalla (2018) “Do Beliefs About Herbicide Quality Correspond with Actual Quality in Local Markets? Evidence from Uganda,” *Journal of Development Studies*, DOI: 10.1080/00220388.2018.1464143.
- Ashour, Maha., Lucy Billings, Daniel O. Gilligan, Naureen Karachiwalla (2015) “An Evaluation of the Impact of E-verification on Counterfeit Agricultural Inputs and Technology Adoption in Uganda: Baseline Report,” IFPRI.
- Aynekulu, E., Carletto, C., Gourlay, S., Shepherd, K. (2016) *Soil Sampling in Household Surveys: Experience from Ethiopia*. The World Bank, Washington, D.C., and World Agroforestry Centre, Nairobi.
- Björkman-Nyqvist, Martina., Svensson, Jakob., Yanagizawa-Drott, David (2018) “Can Competition Reduce Lemons? A Randomized Intervention in the Antimalarial Medicine Market in Uganda” mimeo.
- Dulleck, Uwe., and Rudolf Kerschbamer (2006) “On Doctors, Mechanics, and Computer Specialists: The Economics of Credence Goods,” *Journal of Economic Literature* 44(1): 5-42.
- Dulleck, Uwe., Kerschbamer, Rudolf., and Sutter, Matthias (2011) “The economics of credence goods: An experiment on the role of liability, verifiability, reputation, and competition,” *American Economic Review* 101(2): 526-555.
- Fairbairn, Anna., Hope Michelson, Brenna Ellison, Annemie Maertens, Victor Manyong (2017) “Adverse Selection in Fertilizer Markets: Evidence from Tanzania,” mimeo.
- Michelson, Hope., Anna Fairbairn, Annemie Maertens, Brenna Ellison. and Victor Manyong (2018) “Misperceived Quality: Fertilizer in Tanzania” mime. Available at:

<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3259554>