有機農業白書 vol.0

～有機農業を広げる妥当性と必要な支援～

Organic Agriculture White Paper Vol. 0

Assessing the Validity of Expanding Organic Agriculture and its Required Support

－ 2023 －

株式会社 坂ノ途中

有機農業白書 Vol. 0 ～有機農業を広げる妥当性と必要な支援～
Organic Agriculture White Paper Vol. 0: Assessing the Validity of Expanding Organic Agriculture and its Required Support

目次

１．はじめに 3

２．有機農業の拡大は環境持続性向上に貢献するか？ 4

２．１．環境持続性を理解する 4
２．１．１．持続性の概念 4
２．１．２．環境持続性を評価する 4
２．２．有機農業の環境負荷 5
２．２．１．環境負荷をどう定義するか？ 5
２．２．２．有機農業の環境負荷：これまでの理解 6
２．２．３．有機農業の環境負荷：2023 年出版の論文 7
２．３．農業と生物多様性 8
２．３．１．有機農業が良いとは単純には言えない 8
２．３．２．日本の文脈でどうなのか？ 9
２．４．有機農業の有効性 10
２．４．１．日本では有効 10
２．４．２．肉食削減と有機農業拡大の相乗効果 12
２．５．有機農業の在り方を考える 13
２．５．１．背後にある思想 13
２．５．２．政府は「近代の徹底」を重視 15
２．５．３．「近代の改変」の可能性 15

３．有機農業が広がりにくい要因は何か？ 17

３．１．広がらない有機農業 17
３．２．問題の全体像と焦点 18
３．２．１．全体を見るための理論的枠組み 18
３．２．２．本章の焦点 19
３．３．供給側の外的障害 20
３．３．１．有機農業の難しさ 20
３．３．２．「就農のための情報収集」の段階 21
３．３．３．「就農への具体的な準備」の段階 23

３．３．４．「就農後」の段階 24
３．４．外的障害軽減への支援策 25
３．４．１．「就農のための情報収集」の段階 25
３．４．２．「就農への具体的な準備」の段階 26
３．４．３．「就農後」の段階 26
３．５．今後必要な調査 28

１．はじめに

この白書は、環境負荷の小さい農業を広めるためのものだ。有機農業は環境負荷が小さいと見なされているが、日本では広まっていない。有機農地の面積は、全耕地面積の1%以下だ。しかし農林水産省は、2021 年に策定した『みどりの食料システム戦略』の中で、有機農業の取組面積を 2050 年までに 25%（耕地面積比）に上げるという目標を掲げた（農林水産省，2021a）。

国際的な変化に、足並みをそろえた形だ。近年、世界の有機農地の面積は大きく増加しており、現在は 20 年前の約 5 倍である（Reganold and Watcher, 2016; Willer et al., 2023）。この変化を先導する欧州連合は、2030 年までに有機農業の農地面積割合を 25％にする計画だ（European Commissions, 2020, 2023）。他の国々（アルゼンチン、インド、メキシコなど）も、有機農業を広げる政策を実施している（Willer et al., 2023）。

しかし、そもそもこの目標は妥当なものだろうか？　有機農業は本当に環境に対して良いのだろうか？　ゴールを妥当と感じられなくては、そこへ向かう気持ちもゆらいでしまう。

さらに、もしゴールが妥当なのだとしても、そのゴールに向かうための地図がない。ゴールがどっちにあるのかもわからないし、その道中にどんな困難が予想されるのかもわからない。これでは、前に進もうにも進むことができない。

この白書は、ゴールの妥当性を検討し、ゴールに行くための地図を作ることを目指す。より具体的には、２章で「有機農業の拡大は環境持続性向上に貢献するか？」を検討し、３章で「有機農業が広がりにくい要因は何か？」を検討する。

この白書で行われる検討の結果は、暫定的なものにすぎない。答えを先に言ってしまうことになるが、今得られる情報からすると、ゴールは妥当そうに見える（２章）。しかし、今後新しい情報が得られれば、妥当性を再検討することも必要になるだろう。

ゴールへの地図も未完成である（３章）。これは、まだゴールに到達した人がいないので、当然である。少しずつ前に進みながら、得られた情報をもとに地図を描き換えていくほかない。本白書では、まだ地図作りの方針を決めて、地図の一部を描き始めたにすぎない。それでも、本白書の提供する地図は、系統的な試行錯誤を可能にし、情報集積を助けてくれるはずだ。

系統的な試行錯誤と情報集積には、読者のみなさんの力が必要だ。みなさんがお持ちの情報を提供してくだされば、地図はどんどん精度を上げて、使えるものになっていく。そうなるように願いを込めて、坂ノ途中はこの白書を作っている。

２．有機農業の拡大は環境持続性向上に貢献するか？

２．１．環境持続性を理解する

２．１．１．持続性の概念

本章のテーマは、「有機農業の拡大は環境持続性向上に貢献するか」だ。この問いを考えるにあたって、まず持続性の定義が必要となる。

持続性とは何か？　この問いに答えるには、持続的なものを見てみるのが早道だ。持続的なものとして、人体を考えよう。毎日、体の一部は死んでいく一方で、新たに作られる部分がある。この二つの働きが釣り合う（平衡する）ことによって、人体は持続している。

同じことが環境についても当てはまる。人間は自然から資源を獲得して生活している。その獲得速度が自然の再生速度を上回ると、資源が欠乏する。石油や鉱物資源の埋蔵量が減ってきているが、これが資源欠乏の例である。

また、人間は自然から獲得した資源をすべて使い切ることができず、残余を環境に放出する。残余放出の速度が、自然による分解速度を超えてしまうと、汚染が起きる。代表例としては、工場・生活排水により、湖沼の窒素・リンが過剰になる（富栄養化）などがある。また、気候変動も二酸化炭素汚染の結果と見ることができる。

このように、持続性とは「平衡状態が保たれていること」を意味する。その状態を達成するには、人間の資源獲得と残余放出が、それぞれ自然の再生速度と分解速度を上回ってはいけない。

２．１．２．環境持続性を評価する

持続性の定義を理解した上で、今の世界の環境持続性を評価してみよう。評価の際に重要なのは、全体を見ることである。「全体を見る」というのは、「分野横断的に見る」という意味と、「空間全体を見る」という意味の２つがある。

まず「分野横断的に見る」の方から説明しよう。例えば、気候変動に対応するために、化石燃料をバイオマス燃料に代替したとする。そうすると、温室効果ガスの排出量は減る。しかし、バイオマス燃料の調達のために、森林が伐採されるかもしれない。そうなると、生態系の健全性という別の分野において持続性が低下する。だから、持続性を考えるときに、異なる分野を同時に見ることが大事だ。

つぎに「空間全体を見る」である。日本国内では、大気汚染がこの数十年で改善した。しかし、この改善の一部は、日本にあった工場が周辺国（中国など）に移ったことによる。大気汚染は、なくなったのではなく、周辺国に移っただけかもしれない。このように、持続性を評価するときに、地球スケールで見ることが大事だ。また、国スケールで見る必要がある場合には、国際貿易を考慮する必要がある。

以上の「分野横断的に見る」「空間全体を見る」の両方の視点で評価可能な持続性指標として、「地球の限界」（Planetary Boundaries）がある（Richardson et al., 2023）。

「地球の限界」は、気候変動、生態系の健全性、土地利用変化など、９つの分野を考慮している。「地球の限界」は地球スケールで使われることが多く、国家スケールで使われる場合には国際貿易が考慮される。このような利点により、「地球の限界」は持続性評価において広く使われている。農業分野における使用例としては、Willett et al. (2019)などがある。

「地球の限界」を使って、地球スケールの持続性を見た場合、６つの分野で持続性が保たれておらず、とくに以下の４分野が深刻である。

- 気候変動
- 生態系の健全性
- 土地利用変化
- 新規化学物質の出現

重要なのは、農業（とくに近代農業）はこの４分野に深くかかわっていることである。農業は温室効果ガスの主要排出源であり、また森林など自然生態系の改変を伴うため、気候変動、生態系の健全性に影響してきた（Oritz et al., 2021）。とくに近代農業は、化学肥料の投入により窒素・リン循環を改変してきたし、農薬使用により、生態系の健全性、新規化学物質の出現に影響してきた（Stevens, 2019）。従って、人類が持続的に暮らす上で、農業のあり方を変えることが必要だ（Willett et al., 2019）。

２．２．有機農業の環境負荷

２．２．１．環境負荷をどう定義するか？

いよいよ本題に入る。有機農業は慣行農業に比べて環境負荷が小さいのか？

この問いを調べるためのもっとも一般的な方法は、ライフサイクルアセスメント（LCA）である。例えば、気候変動の視点から、有機農業と慣行農業の環境負荷を比較するとしよう。この場合、農地で排出される温室効果ガスの量を比較するだけでは足りない。なぜなら、肥料や資材の生産のために発生した温室効果ガスなどが考慮されないからである。LCA は「ライフサイクル」という名の通り、肥料や資材の生産なども含めた全行程における温室効果ガス発生を考慮する。よって、有機農業と慣行農業の環境負荷を包括的に比較できる。

有機農業と慣行農業の比較に LCA を使うとして、次に考えるのは、比較を行う際の単位だ。この単位がとても重要である。例えば、同じ面積の有機農地と慣行農地を比較し、気候変動の観点から、有機農地の方で環境負荷が小さかったとしよう。しかし、この結果を「慣行農業より有機農業の方が、環境負荷が低い」と解釈するのは早計である。というのも、有機農業は土地生産性が慣行農業より低いからである。つまり、有機農業は慣行農業と同じ収量をあげるために、より多くの農地が必要となる（Tuomisto et al., 2012; Seufert and Ramakutty, 2017）。従って、有機農業と慣行農業の環境負荷を比較

するためには、単位収量当たりで比較しなければならない。実際、近年の研究の大部分は、単位収量当たりでの比較を行っている（Clark and Tilman, 2017; Boschiero et al., 2023）。

では、LCA を使って、適切な単位により比較をすれば、「有機農業と慣行農業の環境負荷が小さいのか」という問いに答えを出すことができるのか？　まだできない。有機農業と慣行農業の環境負荷を LCA によって比べた研究は多い。しかし、結果は研究ごとに大きくばらつき、一般解が存在しない（例えば、Meier et al., 2015）。もちろん、ばらつきが大きいというのは重要な知見である。つまり、「有機農業」と言ってもいろいろなものがあり、すべてが良いわけではない。

しかし、ばらつきが大きいとはいえ、「典型的な場合に、有機農業と慣行農業のどちらで環境負荷が小さいのか」は調べることはできる。こういう大きな視点に立った解析が、政策決定においては重要である。この重要性が広く理解されているので、過去の LCA による研究事例を集めて、典型的な場合に言えることを探る研究がこの１０年くらい行われてきた（Tuomisto et al., 2012; Clark and Tilman, 2017; Boschiero et al., 2023）。このような研究を「メタ解析研究」と呼ぶ。

２．２．２．有機農業の環境負荷：これまでの理解

これまでのメタ解析研究によると、有機農業の環境負荷はしばしば慣行農業よりも大きい。これが、現在までの学術界の一般的理解である。この理解の形成にもっと重要な役割を果たしたのは、Clark and Tilman (2017)によるメタ解析研究である。この研究は、論文出版直後から広く学術界の注目を集め（例えば、Lancet Planetary Health, 2017）、その後の有機農業に関する研究でも頻繁に引用されている（ Meemken and Qaim, 2018; Giampieri et al., 2022）。加えて、この研究は農業政策の提案や食品選択にも広く使われている（Ritchie, 2017; Rogissart et al., 2019; Purnhagen et al., 2021; Lazzaris, 2022; Lieb, 2022）。

このように、Clark and Tilman (2017)の研究は非常に重要なので、簡単に紹介しよう。この研究は、過去に広く調べられてきた４つの環境負荷に注目している。その４つとは、エネルギー消費、気候変動、土壌酸性化、富栄養化である。メタ解析の結果は表２－１のようなものであった。数値は、有機農業によって生じる環境負荷である。例えば、エネルギー消費の数値（-15%）は、有機農業が慣行農業に比べてエネルギー消費が 15%低いことを意味する。対して、富栄養化の数値（+37%）は、有機農業が慣行農業に比べて、富栄養化を引き起こす可能性のある物質の投入量が 37%高いことを意味する。

典型値を見る限り、有機農業が慣行農業よりも、環境負荷の点で優れているとは言えない。有機農業は、エネルギー消費と気候変動の点で環境負荷が小さかったが、土壌酸性化と富栄養化の点で、むしろ環境負荷が高かった。このような結果をもとに、Clark

and Tilman (2017)は慣行農業の有機農業への転換は、環境負荷を下げるうえであまり有効でないと主張している。さらにこの研究は、作物別の環境負荷についても調べている。野菜についてみてみると、４つの環境負荷のいずれも、有機農業の方が慣行農業より大きかった。

表２－１．有機農業の環境負荷。慣行農業に対して何%大きいか。負の値は、有機農業の環境負荷が慣行農業より小さいことを意味する。

	Clark and Tilman (2017)		Boschiero et al. (2023)		
環境負荷の種類	環境負荷（典型値）	サンプル数	環境負荷（典型値）	環境負荷（Q1, Q3）*	サンプル数
エネルギー消費	-15%	33	-15%	-42%, +23%	67
気候変動	-4%	44	-20%	-59%, +14%	121
土壌酸性化	+13%	26	-9%	-49%, +39%	75
富栄養化	+37%	20	-3%	-43%, +32%	122
環境への毒性			-40%	-83%, +1%	105
人体への毒性			-14%	-55%, +22%	74
電離放射線			+30%	-19%, +108%	26
オゾン層破壊			-22%	-70%, +5%	40
微小粒子物質			0%	-39%, +17%	25
光化学オゾン			+2%	-29%, +22%	60
物質消費			-52%	-85%, +14%	41
水消費			-10%	-81%, +58%	39

*Q1、Q3 はデータのばらつきを表現するパラメータ。それぞれ、小さい方から 1/4、3/4 に当たるデータの値を意味する。Q1 と Q3 の間の範囲に、1/2 の中間的なサンプルが分布する。

２．２．３．有機農業の環境負荷：2023 年出版の論文

しかし、最近出版されたメタ解析研究の論文（Boschiero et al., 2023）は、Clark and Tilman (2017)と異なる結果を報告している。Boschiero et al. (2023)によれば、前述の４つの環境負荷について、有機農業の方が小さかった（表２－１，付録１）。Boschiero et al. (2023)は、上記４つのほかに８つの環境負荷についても調べているが、そのうち７つにおいて、有機農業の方が慣行農業より環境負荷が小さかったことを報告している[1]。この結果からすると、有機農業の拡大は環境負荷の軽減に貢献することになる。

[1] 電離放射線についてのみ、有機農業で環境負荷が目立って高かった。電離放射線の環境負荷とは、いわゆる放射線による被爆のことのようだ。慣行農業で使われる化学肥料も、有機農業で使われる堆肥も、放射性物質を含んでいる（Ghosh et al., 2007）。Boschiero et al. (2023)の結果が意味することは、後者による被爆の程度が前者よりも平均的に大きい、ということだ。それによる被爆が、どの程度重要であるかは、今のところよくわからない。ただ、電離放射線の環境負荷に関する事例が 26 と少ないので（気候変動は 121）、現段階ではあまり重要とみなされていないのかもしれない。

このように、Boschiero et al. (2023)と Clark and Tilman (2017)で異なる結果が得られたが、Boschiero et al. (2023)は相違の原因について解析していない。そこで、筆者らは Boschiero et al. (2023)と Clark and Tilman (2017)の元データを取得し、再解析をしてみた（詳細は付録２）。分かったのは、この相違が典型値の計算方法とサンプル数の違いによる、ということであった。今後は、より適切な計算方法、より多くのサンプル数を使っているのは Boschiero et al. (2023)の結果をもとに、学術認識を改める必要がある。

では、Boschiero et al. (2023)の結果をもとにすると、作物ごとの環境負荷はどうなるのか？　筆者らが計算したところ、表２－２のようになった。この計算結果も、Clark and Tilman (2017)のものと大きく異なる。例えば、表２－２では、野菜の環境負荷はマイナス、ないしゼロ程度である。一方、Clark and Tilman (2017)では、４つの環境負荷のいずれにおいても、プラスであった。

有機農業の環境負荷について、作物の違いだけでなく、地域差もあるかもしれない。このことは Boschiero et al. (2023)も指摘している。しかし現状ではサンプル数が少なく、地域ごとの環境負荷について論じることはできない。本来は、日本や気候の似ている東アジア地域だけで、各作物について５０サンプルくらいあるのが理想的だ。しかし、現状得られるサンプル数は、理想に遠く及ばない。今後の研究を促すために、現時点で得られる日本のデータを表にまとめた（付録３）。筆者らの調べた限りでは、現時点で得られる日本のサンプルは２０だけだ。このうち穀物（コメ）が９，豆類が３，穀物や豆類の輪作が７，野菜が１である。

もう少し広く、東アジアのデータを収集してみても、追加で得られたのは１２事例にとどまる（Liu et al., 2010; Zhang et al., 2015; Lin and Fukushima, 2016; He et al., 2018; Zhu et al., 2018; Lee and Choe, 2019）。今後、内外の研究者によって、より多くの研究がなされることを期待する。

表２－２．作物ごとの有機農業の環境負荷（慣行農業に対して何%大きいか）。カッコ内はサンプル数。Boschiero et al. (2023)のデータをもとに筆者らが計算。

環境負荷の種類	穀物	野菜	豆類	果物
エネルギー消費	+3% (10)	−12% (8)	−2% (8)	−19% (35)
気候変動	−11% (10)	−21% (23)	−13% (16)	−25% (23)
土壌酸性化	+83% (10)	−7% (13)	−8% (9)	−24% (37)
富栄養化	+31% (11)	+4% (26)	+12% (16)	−18% (59)

２．３．農業と生物多様性

２．３．１．有機農業が良いとは単純には言えない

次に、２．２で検討していなかった生物多様性について考えよう。農業は生物多様性とのかかわりが強い。あまり認識されていないが、現在の生物の絶滅速度は、過去５回

あったとされる生物大絶滅期と同程度である。そして、現在の生物絶滅の最大の要因は、農地拡大による土地利用変化である（Tilman et al., 2017）。

農業による生物多様性への負の影響を減らすことは重要だ。有機農業は、そのための一つの方策とみなされている（例えば、Willer et al., 2023）。実際、生物の種数を有機農地と慣行農地で比較した研究は多くあり、ほとんどの場合、有機農地で生物の種数が多かった（Lori et al., 2017; 池田，2020a, b; Smith et al., 2020; Gong et al., 2022）。国内では、とくに有機水田と慣行水田の比較が多く行われている（池田，2020b）。その結果によると、有機水田は慣行水田よりも、鳥類、昆虫類、植物のいずれにおいても生物多様性が高く、希少生物（絶滅危惧種、準絶滅危惧種）も多くいる。

ただし、こうした結果から直ちに、有機農業は慣行農業よりも生物多様性にとって良いと判断してはいけない。前に触れたように、有機農業は慣行農業よりも土地生産性が低く、より多くの土地を必要とするからだ。この土地を確保するために、森林などの自然生態系が農地化されるかもしれない（Tscharntke et al., 2013; Meemken and Qaim, 2018; Clark, 2020 ）。

従って、有機農業と慣行農業のどちらが生物多様性によいかは、文脈に依存することになる。例えば、すでに農地拡大のための森林伐採が問題となっており、今後も人口増加などにより農地拡大が必要となる地域では、有機農業にこだわるのではなく、慣行農業で土地生産性を上げる方が、おそらく合理的だ（Tilman et al., 2017）。

２．３．２．日本の文脈でどうなのか？

では、現在の日本の文脈ではどうなのか？　日本は人口が減少しつつあり、農地も減ってきている。日本の農地面積は 1960 年に約 600 万 ha だったが、2021 年には約 435 万 ha に減少しており、今のところ回復の兆しは見られない（農林水産省，2021b）。その一方で、耕作放棄地が増加しつづけている。よって、有機農業が拡大するとしても、耕作放棄地が減るくらいであり、森林などの自然生態系が新たに破壊される可能性は小さい。このことから、有機農業の拡大が生物多様性に負の影響を及ぼすとは考えにくい。

それでも、有機農業を拡大するよりも、慣行農業を続けて余剰農地を森林化する方が生物多様性にとってプラスではないか、という反論もあり得る。しかし、この反論は「森林の方が農地よりも生物多様性にとってよい」と仮定している。この仮定は、いつも成り立つとは限らない。日本を含め、古くから農業がおこなわれてきた地域では、多くの生物が、自然生態系（森林など）と農地がモザイク状に分布する土地利用に適応している（Katoh et al., 2009; Kadoya and Washitani, 2011; Katayama et al., 2014, 2015; 鷲谷, 2022）。従って、生物多様性にとって重要なのは、森林面積よりも、森林と農地の配置である場合が少なくない（Fahrig et al., 2011; Batary et al., 2020）。実際、耕作放棄によるモザイク状土地利用の減少が、生物多様性の減少を引き起こしている、という報告も日本でなされている（松村ら, 2014; Katayama et al., 2015; 片山ら, 2021）。このことが意

味するのは、「森林面積が増えることが生物多様性にとって一番良い」と仮定するのは単純すぎる、ということだ。農地などによるモザイク状土地利用によって保たれる生物多様性も存在するからだ[2]。

一方で、同様に重要なのは、モザイク状土地利用がいつも生物多様性にプラスに働くとも限らない点だ。実際、モザイク状土地利用よりも一様な土地利用を好む種も存在する（Katayama et al., 2014; 森田ら, 2023）。また、耕作放棄が生物多様性にプラスの影響を与えた地域もある（大澤, 2017）。つまり、自然は複雑で、単純な一般化は難しい。

以上から、生物多様性に関する筆者らの結論は、次のようになる。まず、今の日本の状況下では、有機農業の拡大が生物多様性に負の影響を与える可能性は低い。しかし、土地利用変化の生物多様性への影響は予測が難しい。よって、有機農業の拡大などの土地利用変化が起きている地域では、生物相モニタリングのデータをもとに、土地利用変化の生物多様性への影響を継続的に評価し続けることが望ましい。

２．４．有機農業の有効性

２．４．１．日本では有効

以上のような理屈から、日本の現在の文脈において、有機農業の拡大は環境負荷の軽減に対して好ましい、と筆者らは考えている。一方で、環境負荷を軽減するには、一般に肉食を減らす方がずっと効果的だ、という主張もある。食肉生産の方が、穀物・野菜などの植物性農産物の生産に比べて、ずっと環境負荷が大きいからである（Clark and Tilman, 2017; Willett et al., 2019; Clark et al., 2022）。

筆者らも、肉食を減らす方が有機農業拡大よりも、環境負荷を大きく軽減すると考える。それでも、日本において有機農業を拡大すべきと考えるのは、以下の二つの理由による。

第一は、日本の文脈では、有機農業の拡大による環境負荷軽減も無視できないことである。ここで注意すべきは、日本は高所得国の中で、肉の消費量が最低だということだ。「高所得国の中で」という限定の範囲内では、日本は肉の消費量を低く抑えることに成功している（Rappleye et al., 2024）。その点で、欧米のように肉の消費量が大きい国と事情が異なる。

---

[2] 「モザイク状土地利用」の話は、生態学的だけでなく、思想的にも重要だ。なぜなら、農地を森林などの自然生態系と対立的に捉える発想を、乗り越えようとしているからだ。つまり、農地を自然生態系から切り離して考えるのではなく、むしろ「農地を自然生態系に近づけていく」と発想している（Kremen and Merenlender, 2018）。このような発想は、日本では「里山」という概念に認められるし、最近英語圏でよく使われる regenerative farming や agroecology などの概念にも認められる（Takeuchi, 2010; McGreevy et al., 2022）。

この点について、定量的データを使って説明しよう。Koide et al. (2021)は、生活様式の変化によるカーボンフットプリント削減量を、フィンランドと日本について計算している。カーボンフットプリントは、温室効果ガスの排出量であるが、ライフサイクルアセスメント（LCA）と同じように、全工程の排出量を総計したものである。図２－１は、Koide et al. (2021)の計算結果を、筆者らが計算した有機農業によるカーボンフットプリント削減量と比べたものである。有機農業によるカーボンフットプリント削減量の計算では、国民が消費する植物性農産物が、すべて有機になった場合を想定している。この想定のもと、植物性農産物の生産に関わる現在のカーボンフットプリント（IGES, 2021 の Annexes p.16–19 に掲載）が 20%減少すると仮定した。その 20%という値は、慣行農業と有機農業の気候変動に関わる環境負荷の違いである（Boschiero et al., 2023; 表２－１）。

フィンランドのように、もともと肉の消費量が大きい国では、完全菜食化（国民全員が肉食をやめて完全菜食）で、カーボンフットプリントが大きく削減される（890 $kgCO_2eq$ /人・年，図２－１a）。一方、有機農業による削減量は 40 $kgCO_2eq$ /人・年に過ぎない。つまり、菜食化の方が有機農業よりも 24 倍効果的だ。そのほか、乳製品を代替製品（豆乳など）にする場合や、牛肉から鶏肉・魚へ切り替える場合も、有機農業に比べて、10 倍程度効果的だ。

しかし日本の場合、完全菜食化による削減量が 340 $kgCO_2eq$ /人・年と相対的に小さい（図２－１b，縦軸のスケールが図２－１a と異なることに注意）。有機農業による削減量は 100 $kgCO_2eq$ /人・年なので、依然として菜食化の方が効果的であるが、その違いは 3.4 倍で、フィンランドの 24 倍と大きく異なる。日本では、乳製品を代替製品にする場合や、牛肉から鶏肉・魚へ切り替える場合の削減量も小さい。これらの効果は、有機農業の場合のそれぞれ 1.3 倍、2.1 倍である[3]。

[3] ここでの削減量の計算は、非現実的な仮定に基づいている。完全に肉食を排して菜食化することも、すべての慣行農業を排して有機農業にしてしまうことも、現実的でないし、おそらく好ましくもない。しかし、こういう非現実的な場合について計算をしてみることで、さまざまな生活様式の変化がどのくらい環境負荷削減に貢献し得るかを、ポテンシャルとして評価できる。こういうポテンシャルの評価は、個人や社会の意思決定を助けてくれる。

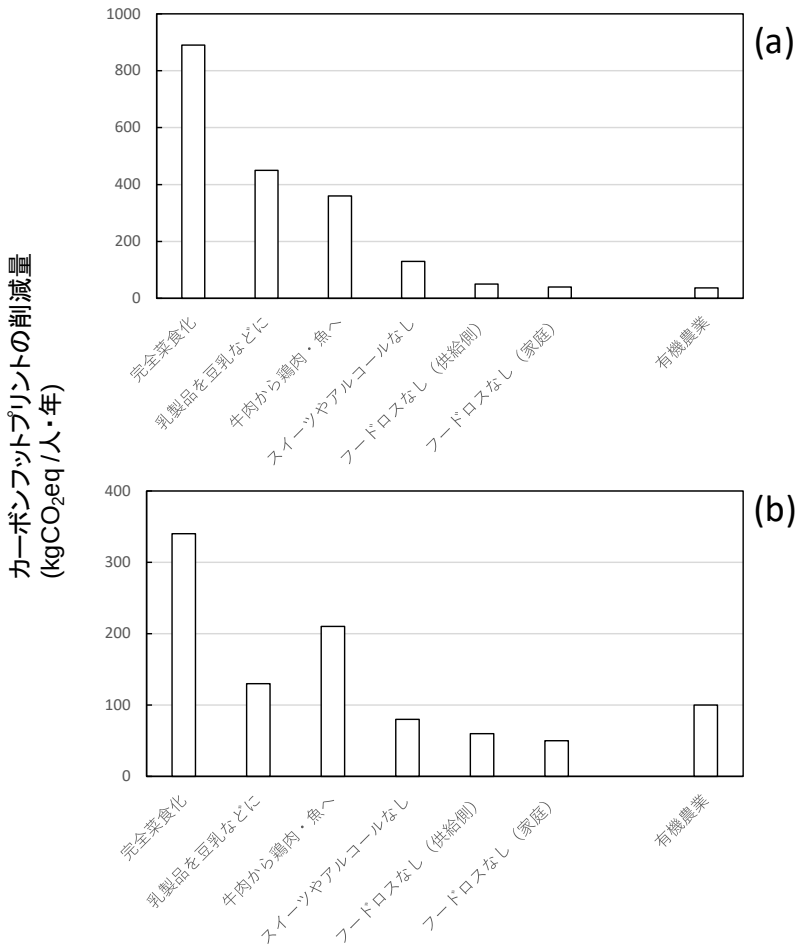

図２－１．生活様式の変化によるカーボンフットプリントの削減量。(a)フィンランドと(b)日本。元データは Koide et al. (2021)。有機農業のデータは、筆者らが独自に計算。各生活様式の変化の詳細は、IGES (2021)の Annexes p. 27–29 に説明されている。

２．４．２．肉食削減と有機農業拡大の相乗効果

有機農業の拡大が重要な第二の理由は、有機農業の拡大と肉食の削減の間に、相乗効果がありそうだからだ。環境によい行動（以下、向環境行動）を一つした人は、その後に別の向環境行動も始める傾向にある。この傾向のことを、学術的に spillover と言う（Maki et al., 2019; Geiger et al., 2021）。一つの向環境行動が、別の向環境行動に「吹きこぼれる（spillover）」ように見えるからだ。Spillover が起きるのは、人の行動が互いに独立ではなく、一貫性があるためである（Lorenzen, 2012; Lacasse, 2019; Komatsu et al., 2022b）。

この向環境行動間の相乗効果は、特定の条件下で強くなると考えられている（Lacasse, 2019; Geiger et al., 2021）。その条件の一つは、「向環境行動間に相似性がある」というものである。肉食削減と有機農業は、ともに農業・食品という同一分野の話

であるし、どちらも気候変動などに対して正の影響を持つ。従って、有機農業を広げて、有機農産品の消費を促進することが、肉食の削減につながるかもしれない。

もちろん、いつも高い相乗効果が得られるわけではないので、相乗効果を高める努力が必要だ。例えば、日本では、肉食と環境の関係について社会認識が十分でないので（Ipsos Global Advisor, 2023）、社会認識を高める努力が必要だ。また、相乗効果を高めるためには、メッセージの出し方も重要である。脅迫的なメッセージや、個人の利益を強調するメッセージ（「慣行野菜は危険だ、安全な有機野菜を食べよう」）は、相乗効果を阻害する可能性がある（Geiger et al., 2021）。

以上をまとめると、次のようになる。肉食削減の方が有機農業よりも環境負荷の削減効果は高い。しかし、日本において、有機農業の削減効果も決して小さくはない。さらに、肉食削減と有機農業の間に相乗効果があるのだとすると、「有機農業拡大と肉食削減のどちらが有効か」を問うよりも、両者を含めて「どのような食生活・食文化を作っていくのか」を問う方が建設的だ。これが筆者らの現時点での考えである。

２．５．有機農業の在り方を考える

２．５．１．背後にある思想

以上のように、筆者らは、日本において、有機農業の拡大が環境負荷軽減に貢献すると考えている。一方で、有機農業と一口に言っても、その在り方はさまざまである。この点を検討し、本章の結びとしたい。

有機農業の在り方を整理して理解するために、まず「近代」という概念を導入する。そして、有機農業の取り組みを、「近代の徹底」「近代の改変」という二つの思想的方向性から理解する。

まず「近代」という概念だが、「自然による制限から自由になろうとする思想、あるいは、その思想が主流であった時代」と定義する。人間は自然がなくては生きられない。しかし、自然に合わせて自らの自由（欲望・必要など）を制限するのではなく、自然を技術的に制御することで、人間の自由を実現しようとする。これが近代である。例えば、近代国家は電気・ガスなどのインフラを整えた。電気やガスによって、人間は、昼夜のサイクルや季節から自由になった（鈴木，2013; Rappleye and Komatsu, 2016）。

さて、「近代」という言葉を使うなら、日本で 1960 年代以降、農業における近代性が高まった。人間は自然よりも高い階層に存在し、自らの要求に合わせて、自然を技術的に制御する、という考え方である。例えば、人間がいつでも食べたいものを食べられるよう、農地に対して、化学肥料や農薬の投入などが行われるようになった（図２－２a）。ここでの農地（自然）は、人間の要求をひたすら受動的に受け入れる点で、自律性を認められていない（Plumwood, 1993）。

しかし、環境問題が認識されるようになると、農業がその環境負荷（温室効果ガス排出や土壌・作物汚染）によって、再び人間の自由を制限するものとして見えてくる。こ

の問題への対処として、２つの方向性がある。「近代の徹底」と「近代の改変」である。

「近代の徹底」という方向性から有機農業を考えてみよう。この場合の有機農業は、現行の農業の環境負荷に、制御の不徹底を見る。そして、より完璧な制御を実現することで、環境負荷を削減しようとする。この方向の実例は、植物工場での農作物の生産である。植物工場では、露地では制御されない光・温度・湿度も制御され、そのことを通じて、環境負荷の削減も図られる。

一方、「近代の改変」という方向の場合は、人間と自然の階層構造（図２－２a）を改変することが目標となる。人間の要求は依然として存在するものの、人間の要求と自然の摂理の間での折り合いが求められる（図２－２b）。ここに存在する自然は、ただ人間の要求を受動的に受け入れるものではなく、自らの摂理を持った自律的なものである。「近代の改変」の方向の実例としては、ボックススキームがある。ボックススキームとは、生活者が、農家からその時々に採れた野菜を、定期的に送ってもらうサービスのことである。坂ノ途中のサービス「お野菜セット定期便」も、その一例である。消費者は野菜を選ぶことができず、むしろ送られてきた野菜に応じて自らを調整しなくてはならない（山本，2020）[4]。

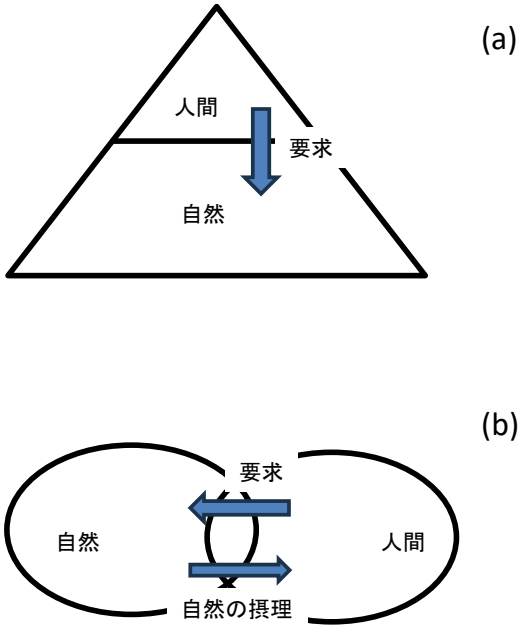

図２－２．２つの思想的方向性。（a）「近代の徹底」と（b）「近代の改変」

[4] なお、「近代の改変」を過去への退行と捉えるのは誤りである。技術を捨てて前近代に戻ろうとしているわけではない。「近代の改変」を追求する場合にも、技術は重要な役割を果たす。ただし、技術は図２－２a の構造を強化するのに使われるのではなく、図２－２a の構造を図２－２b に近づけるのに使われるのである。

２．５．２．政府は「近代の徹底」を重視

以上２つの対照的な方向性を紹介したが、筆者らは、どちらが好ましいかを問うつもりはない。そもそも、これらの方向性は理念的なものであり、現実的な取り組みは、両方の要素を持っている。また、未来はどうなるかわからないので、両方をバランスよく追及しておくのがよい、というのが筆者らの考えだ。

ただ、筆者らが見るところでは、日本政府は「近代の徹底」に重点を置いている。これは、明治以降の日本が近代国家であったから、ある意味では当たり前のことかもしれない。そうだとすると、政府以外で、「近代の改変」に重点を置く組織が存在するのが望ましい。

政府が「近代の徹底」に重点を置いていることは、日本有機農業学会（2021）や鈴木（2022）などで指摘されている。両者はともに、農林水産省『みどりの食料システム戦略』（以下、『戦略』）を批判的に検討している。ここでは、より包括的な批判を展開している日本有機農業学会（2021）を見てみよう。

日本有機農業学会（2021）は、『戦略』に対する専門的立場からの提言書である。提言書はその冒頭で、『戦略』が「有機農業」を定義していないことを問題視する。提言書によれば、「有機農業とは、ただ化学肥料を有機肥料に置き換えただけの農業（代替型有機農業）ではな」い。そうではなくて、「有機農業」とは、農地生態系に本来備わっている自律性を尊重する農業のことだと言いたいのであろう。

従って、提言書の論点は、筆者らが「近代」という概念によって上に説明してきたことと同一である。提言の主張を、「近代」という言葉によって言い換えるなら、次のようになる。すなわち、有機農業は「近代の改変」を目指すものであるはずなのに、政府はこの点を見落とし、単に技術的な解決を目指している、という主張である。

この理路に沿って、提言書は、『戦略』で想定されている「イノベーション」に疑義を唱える。提言書は次のように言う。すなわち、『戦略』における「イノベーションは人間が作物に直接働きかける技術が中心で、生態系の機能を向上させる技術は非常に手薄」だ。つまり、自然（農地生態系）の自律性を認めない制御技術ばかりが注目されていることを問題視しているのである[5]。

２．５．３．「近代の改変」の可能性

以上、日本政府の進める農業政策が、「近代の徹底」の側に重点を置いていることを確認してきた。一方、「近代の改変」の方に重点を置く組織も存在する。坂ノ途中も、「近代の徹底」と「近代の改変」の２つで言えば、後者に重点を置いている。

[5] この観点からすると、慣行農業の枠内で「近代の改変」を目指すという方向性も、論理的に存在する。つまり、化学肥料や農薬を使いつつも、自然の自律性を認める方向に農業をシフトさせていく、という方向性である。

「近代の改変」に重点を置く組織の存在が重要なのは、歴史的経緯からすると「近代の徹底」によって持続性が達成されるか、疑わしいからだ。人類は環境問題に対して、主に「近代の徹底」によって対応しようとしてきた（内山，2014；Rappleye and Komatsu, 2020; McGreevy et al., 2022; Komatsu et al., 2023）。例えば気候変動についても、人類は「問題を科学的に分析し、解決のための技術を開発する」ことで、主に対処してきた。しかし、気候変動が解決される見込みは、今もって立っていない。気候変動に科学者たちが気づいたのはおおむね 1970 年代であり、1980 年代後半に一般にも広く知られるようになった。その後、IPCC が膨大な科学的知見を集積し、それをもとに技術的解決が今も図られている。しかし、これまでに計測された温室効果ガス排出量の変化を見る限り、技術的解決は期待されたほど機能していない（Hickel and Kallis, 2020; Vogel and Hickel, 2023）。各国は排出削減目標を掲げているものの、そのすべてが達成されたとしても、2030 年までに温室効果ガスの排出量が減少する見込みはない（UNFCCC, 2022）。

このような状況を見て、「近代的な発想自体に問題があるのではないか」という立場が少しずつ力を得てきている。この立場の歴史は、決して短くない。この立場が学術界で提案されたのは、1960 年代から 70 年代である（White, 1967; Naess, 1973）。提案者は、哲学者や歴史学者などの人文学者たちであった。この立場は、その後 20 年にわたって人文学諸分野において深められ（Plumwood, 1993; 大森，1994）、2000 年ごろから社会科学諸分野に波及し始める。最初に反応したのは心理学者たちであった。心理学者たちは、近代的な発想をする個人の方が、向環境行動をしないことを報告している（Schultz, 2002; Mayer and Franz, 2004; Restall and Conrad, 2015）。現在では、近代的な発想の強さは、個人の向環境行動だけでなく、より大きなスケール（国など）の環境負荷に対しても影響していることが、明らかになりつつある（Komatsu et al., 2019, 2020, 2021, 2022a; Uchida and Rappleye, 2024）。

「近代の改変」という方向性の重要性を考えると、日本という国が、比較的最近に近代化したことは幸いかもしれない。日本が近代的であったのは、長く見積もっても明治から現在までのわずか 160 年くらいである。近代が社会全体を覆ったのは、1960 年代以降のわずか 60 年だ（Rappleye and Komatsu, 2016）。日本は近代の彫りが浅いのである。実際、すでに近代的な発想から人々が離脱しつつあることが、統計データからもうかがえる（見田，2018; Komatsu et al., 2022b; Komatsu and Rappleye, 2024）。その意味で、日本は「近代の改変」という方向に開かれた国かもしれず、近代とは異なる思想に基づいた社会を作ることができるかもしれない。

３．有機農業が広がりにくい要因は何か？

３．１．広がらない有機農業

２章では、「有機農業の拡大は持続性向上に貢献するか？」という問いを考えた。「有機農業の拡大」というゴールの妥当性を検討するためだ。その結果、現在の日本の文脈においては、「有機農業の拡大は持続性向上に貢献する」という答えになった。つまり、ゴールは妥当ということだ。

それを受けて、３章は、ゴールへの地図を描いてみようと思う。そのために、日本で有機農業が広がりにくい要因を検討する。この検討を通して、有機農業を広げるための手がかりが得られるはずだ。

検討の原点として、まず、日本で有機農業が広がっていない現状を確認しておこう。国際的文脈から見ると、日本の有機農地の面積割合（全耕地面積に対する割合）は、他国に比べて低い傾向にある。日本の有機農地の面積割合は、国際統計によると 0.3%である（2021 年の値，Willer et al., 2023）。一方で、欧州連合では、この割合が 10%を超える国も少なくない。例えば、オーストリア（27%）、エストニア（23%）、スウェーデン（20%）、イタリア（17%）などがそうである。日本と気候的・経済的に似ている東アジア高所得国にも、日本より有機農地の面積割合が高い国は存在する。韓国（2.5%）や台湾（1.5%）である。日本は現在の有機農地面積が小さいだけでなく、その伸びも小さい。最近 10 年の有機農地の増加率は、日本の場合 13%にとどまる[6]。この伸びは、韓国と台湾の伸びに及ばない（それぞれ 60%と 101%の増加，Willer et al., 2023）。

国内的文脈から見ても、やはり有機農業は広がっていない。日本の有機農地面積は、有機 JAS 認証を取得していないものを含めても、全耕地面積の約 0.6％（26.6 千 ha）にとどまる（2021 年の値，農林水産省，2021b）。最近 10 年間の増加面積も小さく（0.6 千 ha）、今後直線的に増加すると仮定しても、有機農地面積は 2050 年に 4%（約 44 千 ha）になるにすぎない。等比級数的な増加を仮定しても、結果はほぼ同様である。つまり、今のままでは『みどりの食料システム戦略』の目標（2050 年に 25%）は達成できない。だからこそ、現状と問題点を把握して、構造的な変化を引き起こしていく必要がある。

[6] 国内統計によると 50%程度のようであるが（農林水産省，2022）、それでも韓国や台湾の数値には及ばない。

３．２．問題の全体像と焦点

３．２．１．全体を見るための理論的枠組み

有機農業が広がらない要因は、数多くあるだろう。そうした要因を一つ一つ見ていくことは重要だが、まずは全体像を見てみよう。不正確でも全体像を捉えることは、有機農業の構造的変化のために、優先度の高い事項を同定する助けとなる。

筆者らは最初、全体像を把握するための理論的枠組みを既存研究に求めたが、適切なものを見つけられなかった。そこで、Kollmuss and Agyman (2002)の理論をもとに、自ら理論的枠組みを作成した。既存研究に適切な枠組みを見つけられなかったのは、筆者らの勉強不足によるものかもしれないが、構造的理由もありそうだ。既存研究の大部分は、有機農業について、需要と供給の一方しか検討していない。これは、需要側と供給側がしばしば異なる研究領域で調べられているためだ。需要側は主にマーケティングや消費者行動の心理学などにおいて調べられており（Aschemann-Witzel and Zielke, 2017; Bosona and Gebresenbet, 2018）、供給側は主に農学諸分野において調べられている（Jouzi et al., 2017; Łuczka and Kalinowski, 2020）。これが、全体像を把握できる理論的枠組みが見当たらない主要な理由だと、筆者らは想像している。

さて、理論的枠組みの説明に入る。もとにした理論（Kollmuss and Agyman, 2002）は、人間の向環境行動（環境にとってよい行動）を妨げる障害を系統的に調べるためのものだ。この白書の場合、向環境行動は、需要側において「有機農産物を買うこと」であり、供給側において「有機農業に取り組むこと」である（図３－１）。

この理論的枠組みでは、向環境行動にかかわる障害を、外的なものと内的なものに区別する。外的障害は、需要側だと、有機農産物の物理的・経済的入手可能性などである（「有機農産物が近くのスーパーにない」「有機農産物の値段が高い」など）。これらは、生活者の外部環境にかかわるものなので、外的障害とされる。外部障害で説明がつかない行動については、内的障害による説明を試みることになる。例えば、ある生活者は、有機農産物が近くのスーパーで売っていても、値段が安くても、買わないとしよう。この場合、「その生活者は有機農産物についての知識が不足しているのではないか」、あるいは、「その生活者の価値観と、有機農産物の背後にある価値観が、整合していないのではないか」などを調べていくことになる。供給側の場合、外的障害は「有機農産物を作る技術がない」「作っても売る方法を知らない」「売る方法を知っていても、結果として儲からない」などになる。これら外的障害によって説明されない行動は、やはり内的障害による説明に回されることになる。

この枠組みの利点は、さまざまなスケールに適用できるところだ。個人スケールに適用すると、有機農産物を扱う企業にとって、有益な示唆が得られるかもしれない。例えば、「有機農産物を購入する人」と「しない人」を比較し、後者の行動を妨げている障害を同定できれば、より多くの顧客を獲得する方法がわかるかもしれない。一方、地域スケールや国スケールに適用すると、行政に対して有益な示唆が得られるかもしれな

い。この場合、「有機農産物が広く買われている国・地域」と「そうでない国・地域」を比較することになる。この比較では、個人スケールの比較とは異なり、国・地域ごとの社会環境（制度・政策など）の影響が見えてくる。従って、得られた結果は、より効果的な制度・政策設計につながる可能性がある。

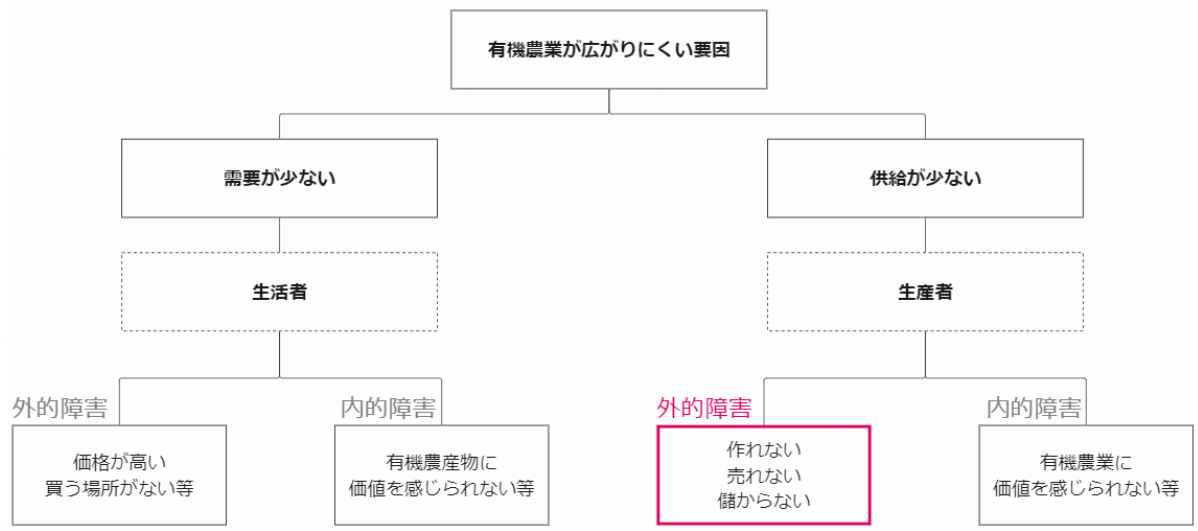

図３－１．問題の全体像

３．２．２．本章の焦点

筆者らの長期的目標は、この理論的枠組みを使って、相対的に重要な障害を同定していくことである。それにより、有機農業を広げるための有効な方策を知ることができる。

ただし、今回の白書は、各障害の相対的重要性を検討しない。そのための十分な研究が、現時点では得られないからである。加えて、筆者らが既存研究を十分に咀嚼できていない、という事情もある。従って、現段階で図３－１は描きかけの地図にすぎず、意思決定にほとんど役に立たない。しかし、今後系統的に研究を行い、情報を効率的に集積していくには役に立つはずである。

さて、ここからは全体像を離れ、供給側の外的障害に焦点を当てていく。その理由は、第一に現実的なものである[7]。坂ノ途中は、需要側より供給側の障害を取り除こう

[7] 本白書は供給側に注目するが、需要側も同様に重要なはずである（Rödiger and Hamm, 2015; 胡，2020）。実際、需要側が欧州における有機農業の広がりの主要因であったと考える学者も存在する（鈴木，2022）。おそらく農林水産省も需要側の重要性を認識しており、有機農産物に対する生活者の意識について調査を行っている（農林水産省，2015）。また、国内において、有機農産物に対する需要を喚起しようとする自治体の試みなども存在する（農林水産省，2023b）。

としてきた企業である。供給側について、より多くの情報を持っている。供給側に外的障害と内的障害があるが、そのうち前者に注目するのは、前者の方がより重要と考えるからだ。一般に、農業を構造的に変化させようとする場合、現役農家に働きかけるよりも、農業に関心を持つ若者に働きかけるのが有効と考えられている（Lampkin, 1999; Adamowicz and Szepeluk, 2016；農畜産業振興機構，2016）。そして、農業に関心を持つ日本の若者は、おおむね内的障害をクリアしているようである。実際、日本最大の就農イベント「新・農業人フェア」における参加者の意識調査によると、93%が「有機農業をやりたい」、あるいは「有機農業に興味がある」と答えている（農林水産省，2013）[8]。それにもかかわらず、後述の外的障害により、有機農業を諦めたり、離農したりしている、というのが、筆者らの見立てである[9]。

一点注意が必要だが、以下の検討には、坂ノ途中の経験が反映されている。従って、記述に偏りが出るのは避けられない。坂ノ途中の取り引きする農家の多くは、「新規参入者（非農家出身で、土地を自ら借りるなどして就農した者）」である。しかし、新規参入者は、新規就農者の一部でしかない。ほかに「新規自営農業就農者」（農家出身で、別の職業から移る形で就農した者）と「新規雇用就農者（法人などに雇用される形で就農した者）」がいる。また、坂ノ途中の取引農家の多くは、西日本に分布している。筆者らはなるべく一般性を持った記述を心掛けるが、おそらく筆者らの記述が当てはまらないケースも多く存在するだろう。そうしたケースについては、今後報告がなされることを期待する。

３．３．供給側の外的障害

３．３．１．有機農業の難しさ

有機農業の外的障害とは、一言に言えば次のようなものである。すなわち、「有機農業には特有の難しさがあるにもかかわらず、その難しさを乗り越えるための知識・技術が十分に提供されていない」、というものである。以下では、有機農業に特有の難しさについて説明したのち、３．３．２以降、知識・技術が十分に提供されていない様子を見ていく。

有機農業に特有の難しさがあることは、データから示唆される。農林水産省（2017, 2018）は有機農業と慣行農業への新規参入者の生計を調べている。それによると、有機農業への新規参入者は、慣行農業への新規参入者よりも、就農初期に生計が成り立ちにくい（図３－２）。

[8] 新・農業人フェアの参加者の多数（65%）は、40 歳未満である。参加者の 90%は、実家が農家ではない（永井ら，2013）。

[9] 新規参入者のうち、実際に有機農業を行うの２～３割にすぎない（農林水産省，2023a）。

有機農業の特有の難しさの中で最も重要なのは、文脈依存性の高さである。栽培においては、化学肥料や農薬を使わないため、気象・土壌などの影響をより強く受けやすい。販売においても、卸売市場を通さない市場外販売が主となるため、自らの栽培スタイルや地域の特性に合った独自の販路を築き上げる必要がある（Seyfang, 2006; 藤田・波夛野，2017；農林水産省，2023a）。

このような難しさにもかかわらず、それを乗り越えるための知識・技術が十分に提供されていないのが現状である。その様子を、「就農のための情報収集」、「就農への具体的準備」、「就農後」の各段階について見ていく。「就農後」については、就農後の５年程度までに焦点を絞る。これは、この時期こそが、もっとも経営的に苦しい時期だからである[10]。

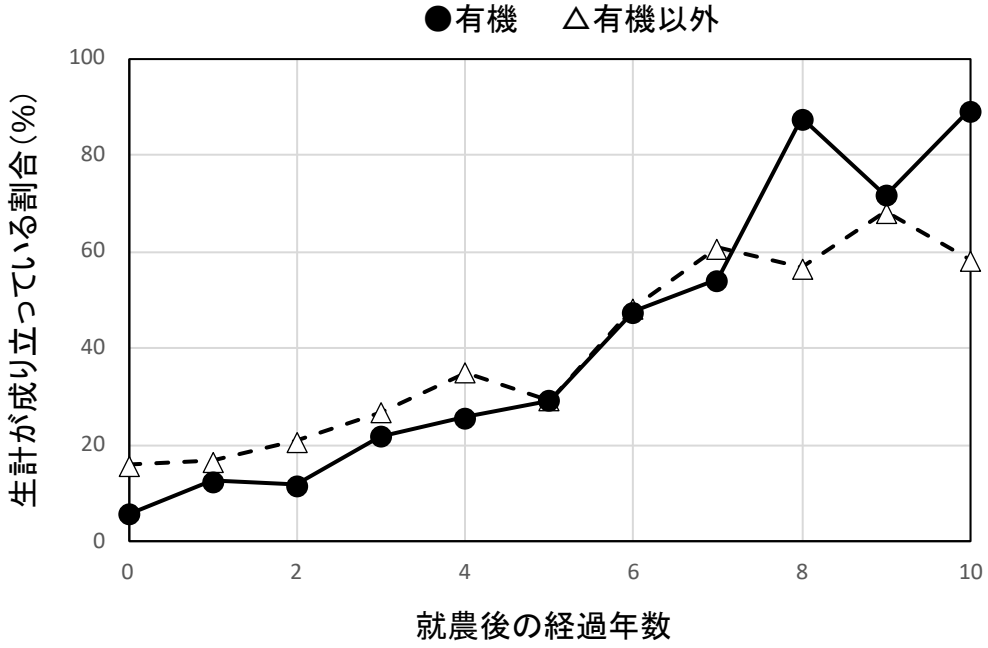

図３－２．新規参入者のうち、農業所得で生計が成り立っている割合。農林水産省（2017, 2018）**のデータをもとに作成。**

３．３．２．「就農のための情報収集」の段階

「就農のための情報収集」の段階では、有機農業について限られた情報しか得られない（表３－１）。就農を希望する人の情報収集は、行政などによる就農相談窓口の訪問、JA や農業法人などが催す農業人フェアへの参加に始まるのが一般的だ。しかし、

[10] 図３－２で、時間の経過とともに、生計が成り立つようになっている。これは、各農家の経営改善だけでなく、生計の成り立たない農家の離農にもよるものと思われる。ただし、この二つの要因の相対的重要性については、離農者についてのデータはほとんど得られないので検討できない。

ここで得られる情報の大部分は、慣行農業に関するものである。有機農業について情報も存在しないわけではない。しかし、それらの情報をまとめて取得できる場所が少ない。坂ノ途中の経験からすると、研修先で初めて、有機農業についての情報を得るような人が少なくない[11]。

最近は、有機農業についての情報を発信しようと、行政などが力を入れ始めている[12]。歓迎すべき状況である。しかし、その情報へのアクセスは容易ではない。都道府県は、有機農業指導員などの拡充を行っており、就農希望者が指導員に相談することが可能になりつつある。しかし指導員は、もっとも身近な行政単位である市町村に、ほとんど配置されていない。

表３－１．各段階における就農者の行動、直面する困難、可能な支援。

就農者の行動	直面する困難	可能な支援
就農のための情報収集		
・行政などによる相談窓口を訪問、農業人フェアなどに参加	・得られる情報の大部分は、慣行農業に関するもの	・適切な研修先のリストアップ ・相談窓口と有機農業指導員などの連携を改善
就農への具体的な準備		
・研修先等で知識・技術を学ぶ	・知識・技術が栽培に偏る	
・営農計画作成	・研修先などのやり方をそのまま適用できない	・文脈に合った助言のできるアドバイザーを養成する
・農地・居住地を探す	・隣接農家の理解を得なければならない	・行政が空き農地情報を集約、ガイドライン作成
就農後		
・文脈に合った栽培・販売の探索	・研修先や先輩農家のやり方で結果が出ない	・試行錯誤のための原理・原則の提供 ・経験を共有できる場の設定（クラスター化、オンライン）
・販路開拓の労の軽減	・有機農業者団体が近くにない。 ・流通業者を介した場合、必要とされる栽培技術レベルが上がる ・戦略的栽培・販売のための基礎情報がない	・有機農業の特性に合った取引方法の開発・普及 ・有機農産物の需給情報を開示

[11] そして、研修先は玉石混交であるため、有機農業で生計を立てるための知識・技術が十分に得られるとは限らない（後述）。

[12] 行政以外では、NPO 法人有機農業参入促進協議会などが、有機農業に関する情報をまとめたウェブサイトを運営し、情報を発信している。

３．３．３．「就農への具体的な準備」の段階

「就農への具体的な準備」の段階では、就農希望者は、資金の工面などを行いつつ研修先を探す。そして、研修先で知識・技術を学びながら、営農計画を立てつつ、農地・居住地を探す。

研修の問題は、内容が栽培に偏りすぎて、販売などについての知識・技術が得られないことである（表３－１）。実際、坂ノ途中（2023）が有機農業従事者に対して行ったアンケート調査でも、このことが確認された（図３－３）。研修には、栽培に直接かかわる項目（作付け計画、栽培技術、機械の操作など）が含まれる一方、栽培以外の項目（投資・経営計画、経理・雇用などの事務作業、販路構築・拡大）は、必ずしも含まれていない。これは、研修生と研修先の両者の事情によるものだろう。研修生は、そもそも栽培に興味があって農業を志していることが多い。一方、研修先は、安価な現場労働力を確保したいと思っていることが多い[13]。その結果、栽培以外の項目が軽視されがちとなる。慣行農業でも、研修が栽培に偏りがちなのは同じかもしれない。しかし、慣行農業では、販売の文脈依存性が有機農業に比べて低いため、大きな問題とならない。JA を通した販売（主に市場内販売）を主に使うのなら、栽培さえきちんとできれば生計を立てられる[14]。

営農計画の作成においても、有機農業の文脈依存性の高さが問題となる。有機農業の場合、研修先や先輩農家の栽培法がそのまま適用できない場合がある。有機農業は、気象・土壌の影響をより強く受けるからである。販売についても同様である。市場外流通では、各農家が独自に販路を構築するため、研修先や先輩農家と同じような販路構築が常に合理的とは限らない[15]。従って、自らの置かれた文脈を深く考察することなしに営農計画を立てても、「絵に描いた餅」になりやすい。

農地確保についても、有機農業は特有の難しさがある（藤田・波夛野，2017）。これは、有機農業では農薬を使わないことにより、虫害や雑草の被害を受けやすいためである。従って、有機農業の就農希望者は、隣接する慣行農家の理解を得なければ農地を借りられない。隣接する慣行農家の理解が得られないと、有機農家は、周囲に慣行農家のいない土地を借りることになる。そのような土地は、獣害に遭いやすかったり、物流網へのアクセスが難しかったり、何かと不利な点がある。ただし、農地確保の問題は、過疎化の深刻化などにより、少しずつ緩和されつつあるようだ。

---

[13] これは一般論であり、販売・経営面の知識・技術も研修生に共有している篤農家もいる。

[14] 有機農業の場合は、JA を主要販路として使うことが難しい。JA を通した場合、価格が慣行と同じになるので利益が出しにくいし、JA の規格に合わせなければならない労もある。

[15] 例えば、先輩農家が地域の集客力の高いマルシェで大きな利益を上げていたとしても、自らの就農先に集客力の高いマルシェがあるとは限らない。

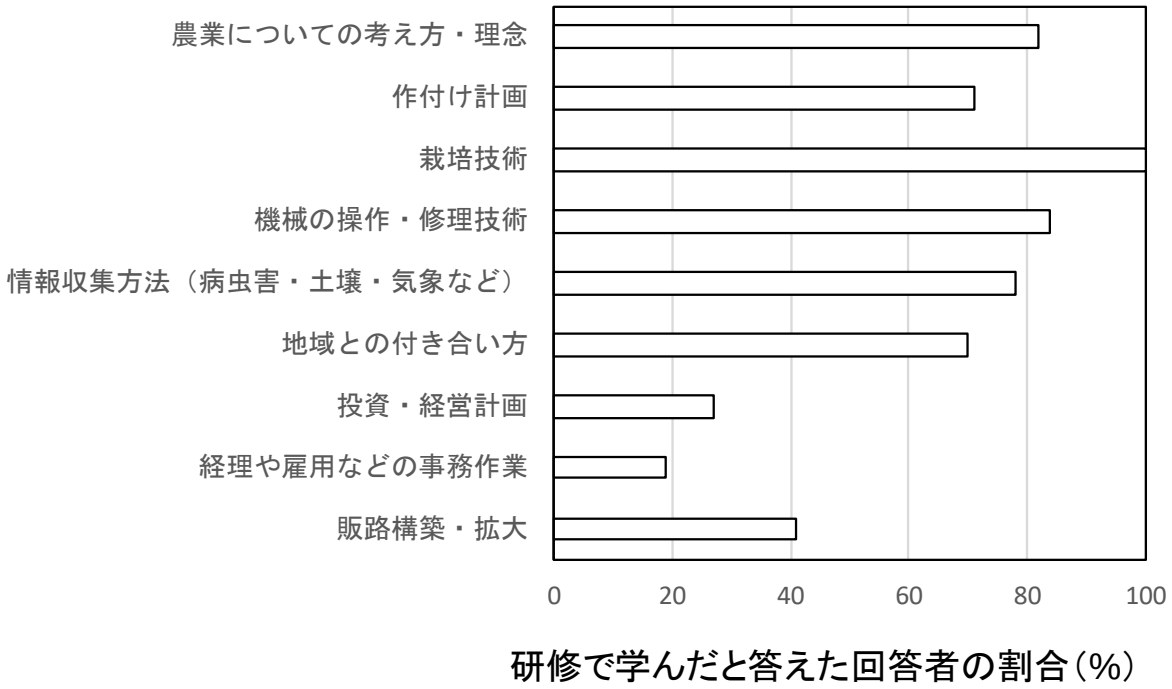

図３－３．研修の内容。有効回答数 79。坂ノ途中（2023）のデータをもとに作成。

３．３．４．「就農後」の段階

「就農後」の段階では、就農者は文脈依存性の困難に直面する。栽培において、研修先のやり方でよい結果がでないかもしれないし、そのやり方がそもそも使えないかもしれない。例えば、研修先では得られていた安価な牛糞堆肥が、自らの就農地域では手に入らないなどの状況が生じ得る。従って、自らの文脈に合った栽培法を模索することが必要になる（表３－１）。

販売においても同様で、独自の販路を開拓することが必要となる。得られる販路も小口になりがちで、営業や受発注が煩雑になることが多い。販路開拓の労を減らす方法は存在するが、その方法も万能ではない。一つの方法は、有機農業者団体など市場外の販路を持つ団体への加入だが（小笠原・草野，2014；山本・竹山，2016）、この方法は近くに有機農業者団体がなければ使えない[16]。別の方法としては、流通業者を介した市場外販売がある。この方法の問題は、必要とされる栽培レベルが上がることである。流通業者が課す「最低出荷ロット」をクリアしなければならないからだ（櫻井，2018）。加えて、地理的な理由で物流網へのアクセスにコストがかかる地域では、利益を上げにくい。利益を上げるためには、市場の需給を考えた戦略的な栽培・販売が必要だが、そのための基礎的情報（「誰がいつ何を出荷しているか」など）もあまり存在しない。

[16] また、この方法で利益を上げるのも簡単ではない。有機農業者団体の買取価格は、一般に高くない。その意味で、有機農業者団体を通すのは、中間業者を一つ挟むのと同じである。

このように、有機農業の場合、就農後の困難は栽培だけでなく多岐にわたることが多い。このことは、坂ノ途中（2023）の調査結果からも支持される（図３－４）。取引のある生産者に対してアンケートを行ったところ、年間売り上げ１千万円以下の農家（就農５年目までの新規就農者はほとんどこの分類に入る）は、全員が「販路構築・拡大」を課題として挙げていた。「事業計画・経営計画の構築」も、半数近くが課題として挙げていた。

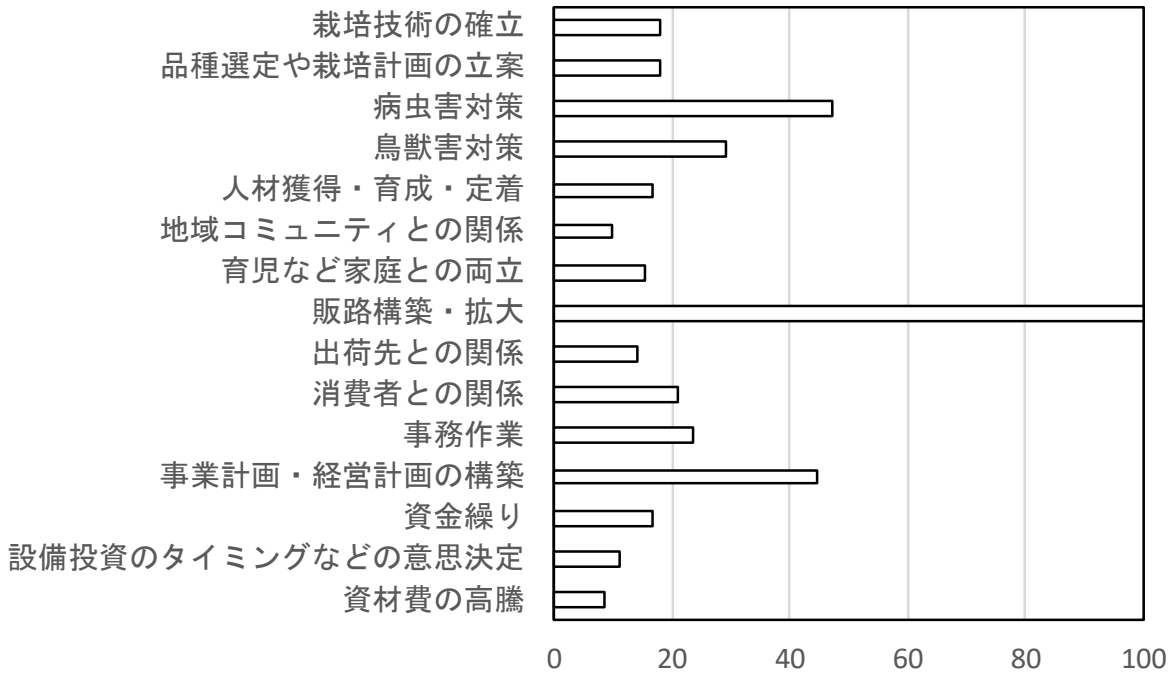

図３－４．生産者（年間売り上げ１千万円未満）の課題。有効回答数 72。坂ノ途中（2023）のデータをもとに作成。

３．４．外的障害軽減への支援策

３．４．１．「就農のための情報収集」の段階

以上に説明した問題を取り除くために、どのような支援が考えられるか？　「就農のための情報収集」の段階で第一に必要なのは、各機関の連携強化である（表３－１）。現段階では、「農業への入口」（就農相談窓口など）が、有機農業について専門的知識を持つアクター（研修先農家、有機農業指導員、有機農業参入促進協議会などの既存団体）と連携できていないことが多い、というのが筆者らの印象である。実際、有機農業

への就農希望者が、窓口で慣行農業にするよう強く勧められた[17]、という話をよく耳にする。連携強化により、有機農業への就農希望者に、必要な情報を提供できるようになるはずだ。

研修先農家との連携においては、就農相談窓口などが適切な研修先を同定しておくことが重要だ。研修先は玉石混交であり、十分な知識・技術の伝達がなされない研修先も存在するからだ。有機農業指導員に関しては、アクセスの改善が望まれる。都道府県によっては、すでにこの改善に取り組んでいる。例えば京都府は、府内に複数の窓口を設置し、先進的な農家を有機農業アドバイザーとして登録するなどの努力をしている（農林水産省，2023c）。

３．４．２．「就農への具体的な準備」の段階

「就農への具体的な準備」の段階では、栽培に偏りがちな研修内容を、包括的なものに」することが効果だ。しかし、研修内容は各農家にまかされているため、研修内容の改定は簡単ではない。従って、「就農のための情報収集」の段階（先述）と「就農後」の段階での対応（後述）を拡充させるのが先決だ、というのが筆者らの考えである。

営農計画作成を支援するためには、さまざまな営農計画をレビューし、成功・失敗例を数多く見てきたアドバイザーが必要である。そのようなアドバイザーであれば、就農希望者の文脈に合わせて助言することができるからだ。行政において、そのようなアドバイザーとして適切なのは、有機農業指導員であろう。有機農業指導員を中心として、各自治体で情報・経験の統合・体系化が行われると、就農者に対して、その自治体の文脈に合った助言ができるようになるはずだ。

農地確保については、行政が空き農地情報を集約しておくことが望ましい（岡本・三宅，2022）。候補地が多ければ、よい農地を借りられる可能性は高まる。加えて、行政が、農地確保の公平性を担保するためのガイドラインを示すことも、有効かもしれない。ガイドラインにおいて、「農地を借りようとする有機農業への就農者が差別されてはならない」と明示するのである。似たようなガイドラインは、社会に多く存在する。例えば、就職における、性別、年齢、障害の有無による差別について、厚生労働省（2023）がガイドラインを示している。ガイドラインによって差別が直ちになくなることはないが、一定の効果はあるかもしれない。

３．４．３．「就農後」の段階

「就農後」における支援としては、就農者の試行錯誤を助ける原理・原則の提供を提案したい。就農者は、自らの文脈に合わせた栽培・販売を、試行錯誤で確立しなければ

[17] もちろん、これは窓口担当者に善意によるものであろう。有機農業でやっていくための知識・技術を提供できる見込みが薄いなら、慣行農業を勧めるのは合理的である。

ならない。これには時間がかかる。しかし、試行錯誤のための原理・原則を持っていれば、時間を短縮することができる。原理・原則には、植物生態生理学や経営学が考えられる。例えば、1990 年代以降の植物生態生理学を知っていれば、光合成と気象、植栽密度、栄養状態（施肥の有無）などの関係を系統的に理解できる（Leuning et al., 1995; Baldocchi and Meyers, 1998）。こうした原理・原則によって、就農者は、研修先や先輩農家の成功・失敗を体系的に理解し、仮説を持って試行錯誤できるようになる。従って、原理・原則を学習する機会を提供することが、就農後の困難を軽減するはずである。

さらに、就農者が多様な事例を知ることができる環境も重要である。多様な事例が得られれば、仮説の精度は高まるからだ。そのためには、就農者同士が経験を共有する場が必要だ（高津，2007；小笠原・草野，2014）。この場を設定するための根本的な方法としては、有機農家のクラスター化がある。行政が中心となって、有機農家が多く存在する地域を作り出すのである[18]。より小規模な方法としては、散在する有機農家同士をオンラインで結ぶ、などがある。坂ノ途中では、有機農家同士が互いの経験を共有できるよう、イベント（サステイナブル・ファーマーズ・ラボ）を定期的に開催している。このイベントには、オンライン参加も可能である。

流通業者が行うことができる支援としては、「有機農業の特性に合った取引方法の開発・普及」がある。ここには、「有機農業を既存の市場システムに合わせる」のではなく、「市場システムを有機農業に合わせていく」という発想の転換がある。これは、２章で述べた「近代の改変」であり、坂ノ途中が取り組んでいることだ。坂ノ途中は、少量であっても、品質が安定しなくても、取引ができる仕組みを作ってきた。この仕組みは、デジタル化による受発注の手間の軽減、有機農産物に対する購買者の理解促進（「品質が安定しないのは自然の摂理である」ことを理解してもらう）、などに支えられている。

加えて、流通業者が有機農産物の需給情報を開示することも、有効かもしれない。これも、坂ノ途中が今取り組もうとしていることである。坂ノ途中は、各作物について直近１年の供給情報を就農者に共有している。将来的には、供給だけでなく、需要情報も共有する予定である。このことを通じて、就農者が戦略的に栽培計画を立てられる環境を整備したいと考えている。ただし、この取り組みはまだ始まったばかりなので、その有効性がわかるのは先になる。

---

[18] クラスター化は、農林水産省の「オーガニックビレッジ」プログラムを通じて進むかもしれない。「オーガニックビレッジ」は農林水産省によるプログラムで、有機農業を推進しようとする市町村が参加する（農林水産省，2023a）。なお、クラスター化は、有機農家による農地確保の問題も軽減する可能性もある。

３．５．今後必要な調査

以上、供給側の外的障害に絞って、有機農業への就農者の行き当たる問題を説明してきた。しかし、これで説明が十分というわけでは決してない。各段階における問題のうち、どれが相対的に重要か不明だからだ。

相対的重要性を明らかにするために、坂ノ途中では、以下のような項目を定期的に調査していく予定である。第一の調査項目は以下のとおりである。

（１）有機農業への就農希望者の数（「農業への入口（就農相談窓口など）」にアクセスした人数）
（２）研修の参加者数
（３）新たに就農した人数
（４）離農した人数

１が増えているのに２が増えていないのであれば、「農業の入口」での情報提供などが不十分な可能性がある。１，２が増えているのに３が増えていないのであれば、研修生が就農しなかったことを意味する。その理由として考えられるのは、「研修生が就農に十分な知識・技術を得られたと実感できなかった」「研修先の過酷な経営状況を見て就農を諦めた」「農地が確保できなかった」などである。１，２，３が増えているが、４も増えていて、就農者の総数が増えないのであれば、就農後の支援が不十分な可能性がある。

以上の項目に加えて、次のような項目を調べると、各段階における障害を軽減するための示唆を得ることができる。「農業の入口」が問題なら、提供情報の内容、アクター間の連携について、調査が必要となる。この調査の結果を有機農業指導員に提供すれば、改善法を考えてもらえるかもしれない。

研修に問題がありそうなら、まず、どの就農希望者がどこの研修先に何年行き、何を学んだかを調べる必要がある。そのうえで、研修修了者の「その後」についての調査を行い、研修先としてうまく機能しているところ、していないところを選り分けるべきだ。この結果を「農業の入口」に共有することで、「農業の入口」における連携の問題も軽減できる。

農地確保については、就農者に対して、「希望の土地を借りられたか」「借りられなかった場合は、どのような事情があったのか」を尋ねる必要がある。これによって、農地確保の問題の大きさと内実を把握することができる。

就農後の支援が問題なら、次の客観データを取得する必要がある。

- 誰がどこに就農し（不利な土地に就農していないか）、何をどれだけ育てているのか（品目・収量）、秀品率はどの程度か

- 育った農産物をどこで、いくらで販売したか、また、どれだけ売れ残ったか
- どういう体制（雇用の有無など）で、どれだけの売り上げがあり、どれだけの人件費や資材費がかかり、どれだけの収入があったのか

これらにより、「栽培ができているか」「栽培したものを売ることができているか」「そして利益が出ているか」を判断できる。この客観データを補う形で、主観データ（「就農後における課題は何か？」）を取得することで、就農後における課題を明瞭に把握できる。この把握ができれば、新規就農者に不足しがちな知識・技術について、あらかじめ「就農のための情報収集」や「就農への具体的準備」の段階で、就農希望者に周知できる。研修先に対しても、研修内容の追加・変更を勧めることも可能だ。

以上のような調査を、坂ノ途中は２０２４年１月に開始する予定だ。みなさまが調査に回答者として参加してくだされば、冒頭で述べた「有機農業拡大のための地図」はしだいに精度を増していくはずである。多くの方々の参加をお願いしたい。ご参加いただけた方には、調査結果を共有したいと思っている。

謝辞

本白書の執筆において、多くの方に助けていただいた。全員のお名前を挙げることはできないが、直接ご助力いただいた方のみ、お名前を記して謝意を表したい。金井舜悟、横澤真弓、鈴木雅之（以上、坂ノ途中・生産者窓口）、小野邦彦（坂ノ途中・代表）の各氏には、新規就農者の外的障害について情報提供を受けた。Henner Leithäuser、Sophia Marguerite Palanca Roces、矢野七実（以上、国立台湾大学・大学院生）の各氏には、重要な文献を紹介いただいた。農業と近代化の関係の記述においては、Jeremy Rappleye（香港大学・教授）、Iveta Silova（アリゾナ州立大学・教授）との議論が役に立った。

引用文献

英文

Adamowicz, M., & Szepeluk, A. (2016). Support to Young Farmers as Part of Agricultural Policy of the European Union. Problems of Agricultural Economics, nr 3_2016. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2851415

Aschemann-Witzel, J., & Zielke, S. (2017). Can't Buy Me Green? A Review of Consumer Perceptions of and Behavior Toward the Price of Organic Food. The Journal of Consumer Affairs, 51, 211-251. https://doi.org/10.1111/joca.12092

Baldocchi, D. D., & Meyers, T. P. (1998). On using eco-physiological, micrometeorological and biogeochemical theory to evaluate carbon dioxide, water vapor and trace gases fluxes over vegetation: a perspective. Agricultural and Forest Meteorology, 90, 1–25. https://doi.org/10.1016/S0168-1923(97)00072-5

Batáry, P., Báldi, A., Ekroos, J., et al. (2020). Biologia Futura: landscape perspectives on farmland biodiversity conservation. Biologia Futura, 71, 9–18. https://doi.org/10.1007/s42977-020-00015-7

Boschiero, M., De Laurentiis, V., Caldeira, C., & Sala, S. (2023). Comparison of organic and conventional cropping systems: A systematic review of life cycle assessment studies. Environmental Impact Assessment Review, 102, 107187. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107187

Bosona, T., & Gebresenbet, G. (2018). Swedish Consumers' Perception of Food Quality and Sustainability in Relation to Organic Food Production. Foods, 7(4), 54. https://doi.org/10.3390/foods7040054

Clark, S. (2020). Organic Farming and Climate Change: The Need for Innovation. Sustainability, 12(17), 7012. https://doi.org/10.3390/su12177012

Clark, M., & Tilman, D. (2017). Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. Environmental Research Letters, 12, 064016. https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa6cd5

Clark, M., Springmanna, M., Rayner, M., Scarborough, P., Hill, J., Tilman, D., ... Harrington, R. A. (2022). Estimating the environmental impacts of 57,000 food products. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 119(33), e2120584119. https://doi.org/10.1073/pnas.2120584119

European Commission. (2020). Farm to Fork Strategy: For a Fair, Healthy and Environmentally-Friendly Food System. European Union. https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en

European Commission. (2023). Organic Farming in the EU: A Decade of Organic Growth. European Union. https://agriculture.ec.europa.eu/news/organic-farming-eu-decade-growth-2023-01-18_en

Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F. G., Crist, T. O., Fuller, R. J., ... Martin, J.-L. (2011). Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. Ecology Letters, 14(2), 101-112. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01559.x

Geiger, S. J., Brick, C., Nalborczyk, L., Bosshard, A., Jostmann, N. B., (2021). More green than gray? Toward a sustainable overview of environmental spillover effects: A Bayesian meta-analysis. Journal of Environmental Psychology, 78, 101694. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101694

Ghosh, D., Deb, A., Bera, S., Sengupta, R., Patra, K. K. (2008). Measurement of natural radioactivity in chemical fertilizer and agricultural soil: evidence of high alpha activity. Environ Geochem Health, 30(1), 79-86. https://doi.org/10.1007/s10653-007-9114-0

Giampieri, F., Mazzoni, L., Cianciosi, D., ... Battino, M. (2022). Organic vs conventional plant-based foods: A review. Food Chemistry, 383, 132352. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132352

Gong, S., Hodgson, J. A., Tscharntke, T., ... Zou, Y. (2022). Biodiversity and yield trade-offs for organic farming. Ecology Letters, 25(7), 1699-1710. https://doi.org/10.1111/ele.14017

He, X., Qiao, Y., Liang, L., Knudsen, M. T., Martin, F., (2018). Environmental life cycle assessment of long-term organic rice production in subtropical China. Journal of Cleaner Production, 176, 880-888. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.045

Hickel, J., & Kallis, G. (2020). Is Green Growth possible? New Political Economy, 25, 469-486. https://doi.org/10.1080/13563467.2019.1598964

Hokazono, S., Hayashi, K. (2012). Variability in environmental impacts during conversion from conventional to organic farming: a comparison among three rice production systems in Japan. Journal of Cleaner Production, 28, 101-112. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.005

IGES, Aalto University, D-mat. (2019). 1.5-Degree Lifestyles: Targets and options for reducing lifestyle carbon footprints. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan. https://www.iges.or.jp/en/pub/15-degrees-lifestyles-2019/en

Ipsos Global Advisor. (2023). Earth Day 2023: Public opinion on climate change. https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2023-04/Ipsos%20Global%20Advisor%20-%20Earth%20Day%202023%20-%20Full%20Report%20-%20WEB.pdf

Jouzi, Z., Azadi, H., Taheri, F., Zarafshani, K., Gebrehiwot, K., Van Passel, S., & Lebailly, P. (2017). Organic farming and small-scale farmers: Main opportunities and challenges. Ecological Economics, 132, 144-154. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.10.016

Kadoya, T., & Washitani, I. (2011). The Satoyama Index: A biodiversity indicator for agricultural landscapes. Agriculture, Ecosystems & Environment, 140(1–2), 20-26. https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.11.007

Katayama, N., Amano, T., Naoe, S., Yamakita, T., Komatsu, I., et al. (2014). Landscape Heterogeneity–Biodiversity Relationship: Effect of Range Size. PloS ONE, 9(3), e93359. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093359

Katayama, N., Baba, Y. G., Kusumoto, Y., Tanaka, K. (2015). A review of post-war changes in rice farming and biodiversity in Japan. Agricultural Systems, 132, 73-84. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.09.001

Katoh, K., Sakai, S., Takahashi, T. (2009). Factors maintaining species diversity in satoyama, a traditional agricultural landscape of Japan. Biological Conservation, 142(9), 1930-1936. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.030

Koide, R., Lettenmeier, M., Akenji, L., et al. (2021). Lifestyle carbon footprints and changes in lifestyles to limit global warming to 1.5 °C, and ways forward for related research. Sustainability Science, 16, 2087–2099. https://doi.org/10.1007/s11625-021-01018-6

Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? Environmental Education Research, 8(3), 239–260. https://doi.org/10.1080/13504620220145401

Komatsu, H., & Rappleye, J. (2023). Resolving inconsistencies in environmental impact assessments of organic farming: A comparison of two meta-analyses. ResearchGate. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21099.72484

Komatsu, H., & Rappleye, J. (2024). Wellbeing in times of decline: the feasibility and effectiveness of degrowth for sustainability. Journal of Futures Studies, in press. https://jfsdigital.org/well-being-in-times-of-decline-the-feasibility-and-effectiveness-of-degrowth-for-sustainability/

Komatsu, H., Rappleye, J., & Silova, I. (2019). Culture and the independent self: obstacles to environmental sustainability? Anthropocene, 26, 100198. http://dx.doi.org/10.1016/j.ancene.2019.100198

Komatsu, H., Rappleye, J., & Silova, I. (2020). Will Education Post-2015 Move Us Toward Environmental Sustainability? In Grading Goal Four: Tensions, Threats and Opportunities in the Sustainable Development Goal on Quality Education, edited by Antonia Wulff, Brill | Sense, 297-321. https://doi.org/10.1163/9789004430365_014

Komatsu, H., Rappleye, J., & Silova, I. (2021). Student-centered learning and sustainability: solution or problem? Comparative Education Review, 65(1), 6-33. https://doi.org/10.1086/711829

Komatsu, H., Rappleye, J., & Uchida, Y. (2022a). Is happiness possible in a degrowth society? Futures, 144, 103056. https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.103056

Komatsu, H., Fu, S., Lin, M., Hsieh, Y., Rappleye, J., & Silova, I. (2022b). Measuring the transformation of university students' self-construal for greater environmental sustainability. Sage Open, 12(1), 1-12. https://doi.org/10.1177/21582440221079836

Komatsu, H., Silova, I., & Rappleye, J. (2023). Education and environmental sustainability: Culture matters. Journal of International Cooperation in Education, 25(1), 108-123. https://doi.org/10.1108/JICE-04-2022-0006

Kremen, C., & Merenlender, A.M. (2018). Landscapes that work for biodiversity and people. Science, 362, eaau6020. https://doi.org/10.1126/science.aau6020

Lacasse, K. (2019). Can't Hurt, Might Help: Examining the Spillover Effects From Purposefully Adopting a New Pro-Environmental Behavior. Environment and Behavior, 51(3), 259–287. https://doi.org/10.1177/0013916517748164

Lampkin, N. (1999). Organic Farming in the European Union – overview, policies and perspectives. In: Organic Farming in the European Union - Perspectives for the 21st Century. Proceedings of EU Commission/Austrian Government Conference, Baden/Vienna, pp. 23-30. https://orgprints.org/id/eprint/11025/

Lancet Planetary Health. (2017). Sustainable food for a sustainable planet, 1, E123. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30066-9

Lazzaris, S. (2022). We are going organic. But it's no silver bullet. Foodunfold. https://www.foodunfolded.com/article/is-organic-food-really-better

Lee, K. S., & Choe, Y. C. (2019). Environmental performance of organic farming: Evidence from Korean small-holder soybean production. Journal of Cleaner Production, 211, 742-748. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.075

Leuning, R., Kelliher, F.M., De Pury, D.G.G., & Schulze, E.D. (1995). Leaf nitrogen, photosynthesis, conductance and transpiration: scaling from leaves to canopies. Plant, Cell & Environment, 18(10), 1183-1200. https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1995.tb00628.x

Lieb, T. (2022). Is organic food better for the climate? GreenBiz. https://www.greenbiz.com/article/organic-food-better-climate

Lin, H. C., & Fukushima, Y. (2016). Rice Cultivation Methods and Their Sustainability Aspects: Organic and Conventional Rice Production in Industrialized Tropical Monsoon Asia with a Dual Cropping System. Sustainability, 8(6), 529. https://doi.org/10.3390/su8060529

Lorenzen, J.A. (2012). Going Green: The Process of Lifestyle Change. Sociological Forum, 27(1), 96-116. https://doi.org/10.1111/j.1573-7861.2011.01303.x

Lori, M., Symnaczik, S., Mäder, P., De Deyn, G., & Gattinger, A. (2017). Organic farming enhances soil microbial abundance and activity– a meta- analysis and meta- regression. PLoS One, 12, e0180442. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180442

Łuczka, W., & Kalinowski, S. (2020). Barriers to the Development of Organic Farming: A Polish Case Study. Agriculture, 10, 536. https://doi.org/10.3390/agriculture10110536

Maki, A., Carrico, A.R., Raimi, K.T., et al. (2019). Meta-analysis of pro-environmental behaviour spillover. Nat Sustain, 2, 307–315. https://doi.org/10.1038/s41893-019-0263-9

Mayer, F. S., & Frantz, C. M. (2004). The connectedness to nature scale: A measure of individuals' feeling in community with nature. Journal of Environmental Psychology, 24(4), 503–515. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2004.10.001

Meeken, E., & Qaim, M. (2018). Organic agriculture, food security, and the environment. Annual Review of Resource Economics, 10, 4.1–4.25. https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100517-023252

Meier, M.S., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C., & Stolze, M. (2015). Environmental impacts of organic and conventional agricultural products - are the differences captured by life cycle assessment? Journal of Environmental Management, 149, 193–208. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.10.006

Naess, A. (1973). The shallow and the deep, long-range ecology movement. A summary. Inquiry, 16(1–4), 95–100. https://doi.org/10.1080/00201747308601682

Oritz, A.M.D., Outhwaite, C.L., Dalin, C., & Newbold, T. (2021). A review of the interactions between biodiversity, agriculture, climate change, and international trade: research and policy priorities. One Earth, 4(1), 88-101. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.12.008

Plumwood, V. (1993). Feminism and the Mastery of Nature. Routledge, New York.

President's Science Advisory Committee of the United States. (1960). Scientific Progress, the Universities, and the Federal Government. United States Government Printing Office, Washington.

Purnhagen, K.P., Clemens, S., Eriksson, D., Fresco, L.O., Tosun, J., Qaim, M., Visser, R.G.F., Weber, A.P.M., Wesseler, J.H.H., & Ziberman, D. (2021). Europe's Farm to Fork Strategy and Its Commitment to Biotechnology and Organic Farming: Conflicting or Complementary Goals? Trends in Plant Science, 26(6), 600-606. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.03.012

Rappleye, J., & Komatsu, H. (2016). Living on borrowed time: Rethinking temporality, self, nihilism, and schooling. Comparative Education, 52, 177-201. https://doi.org/10.1080/03050068.2016.1142736

Rappleye, J., & Komatsu, H. (2020). Towards (comparative) educational research for a finite future. Comparative Education, 56(2), 190-217. https://doi.org/10.1080/03050068.2020.1741197

Rappleye, J., Komatsu, H., & Nishiyama, S. (2024). School food, sustainability, and interdependence: Learning from Japan's shokuiku? Oxford Review of Education, accepted.

Reganold, J., & Wachter, J. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. Nature Plants, 2, 15221. https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221

Restall, B., & Conrad, E. (2015). A literature review of connectedness to nature and its potential for environmental management. Journal of Environmental Management, 159, 264–278. http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.05.022

Richardson, K., et al. (2013). Earth beyond six of nine planetary boundaries. Science Advances, 9, eadh2458. https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458

Ritchie, H. (2017). Is organic really better for the environment than conventional agriculture? Our World in Data. https://ourworldindata.org/is-organic-agriculture-better-for-the-environment

Rödiger, M., & Hamm, U. (2015). How are organic food prices affecting consumer behaviour? A review. Food Quality and Preference, 43, 10-20. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.02.002

Rogissart, L., Foucherot, C., & Bellassen, V. (2019). Food policies and climate: A literature review. Institute for Climate Economics. https://www.i4ce.org/wp-content/uploads/0306-I4CE2984-PolitiquesAlimentairesEtClimat-Etude24p-VA_V2.pdf

Schultz, P. W. (2002). Inclusion with nature: Understanding human-nature interactions. In P. Schmuck & P. W. Schultz (Eds.), The Psychology of Sustainable Development (pp. 61–78). Kluwer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-0995-0_4

Seo, Y., Someya, Y., Dowaki, K. (2019). Environmental impacts and consumer preference for sustainably cultivated Japanese mustard spinach, komatsuna. Journal of Environmental Management, 231, 364-369. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.077

Seufert, V., & Ramakutty, N. (2017). Many shades of gray—The context-dependent performance of organic agriculture. Science Advances, 3, e1602638. https://doi.org/10.1126/sciadv.1602638

Seyfang, G. (2006). Ecological citizenship and sustainable consumption: Examining local organic food networks. Journal of Rural Studies, 22(4), 383-395. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2006.01.003

Smith, O. M., Cohen, A. L., Reganold, J. P., Jones, M. S., Orpet, R. J., Taylor, J. M., Thurman, J. H., Cornell, K. A., Olsson, R. L., Ge, Y., Kennedy, C. M., & Crowder, D. W. (2020). Landscape context affects the sustainability of organic farming systems. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 117(6), 2870-2878. https://doi.org/10.1073/pnas.1906909117

Stevens, C. J. (2019). Nitrogen in the environment. Science, 363, 578-580. https://doi.org/10.1126/science.aav8215

Sutton, M. A., Howard, C. M., Adhya, T. K., Baker, E., Baron, J., Basir, A., ... van Grinsven, H. J. M. (2019). Nitrogen - Grasping the Challenge. A Manifesto for Science-in-Action through the International Nitrogen Management System. Summary Report. Centre for Ecology & Hydrology, Edinburgh, UK. https://www.inms.international/sites/inms.international/files/Nitrogen%20Grasping%20the%20Challenge%20%28Summary%20Version%29.pdf

Takeuchi, K. (2010). Rebuilding the relationship between people and nature: The Satoyama Initiative. Ecol Res, 25, 891–897. https://doi.org/10.1007/s11284-010-0745-8

Tilman, D., Cassman, K., Matson, P., et al. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature, 418, 671–677. https://doi.org/10.1038/nature01014

Tilman, D., Clark, M., Williams, D., et al. (2017). Future threats to biodiversity and pathways to their prevention. Nature, 546, 73–81. https://doi.org/10.1038/nature22900

Tscharntke, T., Grass, T., Wanger, T. C., Westphal, C., & Batáry, P. (2021). Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes. Trends in Ecology & Evolution, 36(10), 919-930. https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.06.010

Tuomisto, H. L., Hodge, I. D., Riordan, P., & Macdonald, D. W. (2012). Does organic farming reduce environmental impacts? - a meta-analysis of European research. Journal of Environmental Management, 112, 309–320. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.08.018

Uchida, Y., & Rappleye, J. (2024). An Interdependent Approach to Happiness and Well-Being. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26260-9

UNFCCC [United Nations Framework Convention on Climate Change]. (2022). Nationally determined contributions under the Paris Agreement: Revised synthesis report by the secretariat. https://unfccc.int/documents/619180

Vogel, J., & Hickel, J. (2023). Is green growth happening? An empirical analysis of achieved versus Paris-compliant CO2–GDP decoupling in high-income countries. The Lancet Planetary Health, 7(9), E759-E769. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00174-2

White, Jr. L. (1967). The historical roots of our ecologic crisis. Science, 155(3767), 1203-1207. https://doi.org/10.1126/science.155.3767.1203

Willer, H., Schlatter, B., & Tráníček, J. (2023). The World of Organic Agriculture: Statistics & Emerging Trends 2023. FiBL & IFOAM, Frick and Bonn. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1254-organic-world-2023.pdf

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... EAT–Lancet Commission. (2019). Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. The Lancet, 393(10170), P447-492. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4

Yuan, Z., Jiang, S., Sheng, H., Liu, X., Hua, H., Liu, X., & Zhang, Y. (2018). Environmental Science & Technology, 52(5), 2438-2450. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b03910

Zhang, L., Feike, T., Holst, J., Hoffmann, C., & Doluschitz, R. (2015). Comparison of energy consumption and economic performance of organic and conventional soybean production — A case study from Jilin Province, China. Journal of Integrative Agriculture, 14(8), 1561-1572. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61131-5

Zhu, Z., Jia, Z., Peng, L., Chen, Q., He, L., Jiang, Y., & Ge, S. (2018). Life cycle assessment of conventional and organic apple production systems in China. Journal of Cleaner Production, 201, 156-168. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.032

和文

池田浩明 (2020a). 特集「環境保全型農業で水田景観の生物多様性を守ることができるのか」 企画趣旨. 日本生態学会誌, 70(3), 197-200. https://doi.org/10.18960/seitai.70.3_197

池田浩明 (2020b).鳥類に優しい水田がわかる生物多様性の簡易評価手法. 日本生態学会誌, 70(3), 243-254. https://doi.org/10.18960/seitai.70.3_243

内山節 (2014). 自然と人間の哲学. 農文協.

大澤剛士 (2017). 人口減時代における近未来の農地利用を考える―食料生産と生物多様性，生態系サービスの持続的な両立を目指して―. 野生生物と社会 5(1), 17-27. https://doi.org/10.20798/awhswhs.5.1_17

大森荘蔵 (1994). 知の構築とその呪縛. ちくま学芸文庫.

小笠原慎一, 草野謙三 (2014) 新規参入者の経営活動実態と経営基盤確立への課題. 関東東海農業経営研究, 104, 67-72. https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2030912670.pdf

岡本夏佳, 三宅諭 (2022). 岩手県 A 町の農業新規参入プロセスにみる就農支援の課題. 都市計画論文集, 57, 538-545. https://doi.org/10.11361/journalcpij.57.538
片山直樹, 熊田那央, 田和康太 (2021). 鳥類の生息地としての水田生態系とその保全. 応用生態工学, 24(1), 127-138. https://doi.org/10.3825/ece.20-00036
蒲原弘継, 久保親, 後藤尚弘 (2013). 無農薬・無化学肥料で行う小規模水稲栽培のライフサイクルにおけるエネルギー消費量. システム農学, 29(2), 59-66. https://doi.org/10.14962/jass.29.2_59
厚生労働省 (2023).採用・選考時のルール. https://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudouseisaku/chushoukigyou/saiyou_senkou_rule.html
坂ノ途中 (2023). 坂ノ途中生産者アンケート報告書. https://www.on-the-slope.com/corporate/wp-content/uploads/2023/09/report_questionnaire_farmers_20230927.pdf
櫻井清一 (2018). 小さな農業を支える流通. 農業と経済, 84(1), 46-56.
佐合隆一, 新井愛希, 小林久 (2009). 水稲の有機栽培における雑草防除と施肥のライフサイクル分析. 雑草研究, 54(1), 1-6. https://doi.org/10.3719/weed.54.1
鈴木淳 (2013). 新技術の社会史. 中公文庫.
鈴木宣弘 (2022). 減農薬, 有機農業をめぐる世界の潮流とみどりの食料システム戦略. 生活協同組合研究, 554, 29-36, https://doi.org/10.57538/consumercoopstudies.554.0_29
高津英俊 (2007). 新規参入者による有機産地づくりと新規就農支援に関する一考察. 農林業問題研究, 43, 66-71. https://doi.org/10.7310/arfe1965.43.66
永井慧, 木南莉莉, 古澤慎一 (2013). 農業法人就業希望者の就業意識に関する研究. 新潟大学農学部研究報告, 66, 25-32. https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010870365.pdf
農畜産業振興機構 (2016). EU の新規就農支援の状況. https://www.alic.go.jp/joho-d/joho08_000609.html
日本有機農業学会 (2021).「みどりの食料システム戦略」に言及されている有機農業拡大の数値目標実現に対する提言書. https://www.yuki-gakkai.com/wp-content/uploads/2021/03/ad610735000bf2cdf94163e8e3d7c542.pdf
農林水産省 (2013). 有機農業の推進に関する現状と課題. https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/organic/01/pdf/data6-1.pdf
農林水産省 (2015). 農林水産統計. https://www.maff.go.jp/j/finding/mind/pdf/yuuki_27.pdf
農林水産省 (2017). 新規就農者の就農実態に関する調査結果. https://www.be-farmer.jp/uploads/statistics/lDlUsiQ6BUnDGT2jp33D202003171504.pdf
農林水産省 (2018). 有機農業をめぐる事情. https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kazyu/h30_12/attach/pdf/index-28.pdf
農林水産省 (2021a). みどりの食料システム戦略. https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/attach/pdf/index-10.pdf
農林水産省 (2021b). 令和３年の耕地面積. https://www.maff.go.jp/j/tokei/kekka_gaiyou/sakumotu/menseki/r3/kouti/index.html#:~:text=%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E7%B5%90%E6%9E%9C%E3%81%AE%E6%A6%82%E8%A6%81,%EF%BC%880.5%EF%BC%85%EF%BC%89%E6%B8%9B%E5%B0%91%E3%81%97%E3%81%9F%E3%80%82
農林水産省 (2022). 有機農業をめぐる事情. https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/yuuki/attach/pdf/meguji-full.pdf
農林水産省 (2023a). 有機農業をめぐる事情. https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/yuuki/attach/pdf/index-43.pdf
農林水産省 (2023b). 泉大津市から農と食と健康を守る ための取り組み. https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/yuuki/attach/pdf/jichinet-22.pdf

農林水産省 (2023c). 各都道府県の有機農業指導員等に関する窓口. https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/yuuki/attach/pdf/index-30.pdf

林清忠, 外園信吾, 佐藤正衛 (2011). 水稲栽培における有機・減農薬・慣行の比較. 農業および園芸, 86(5), 537-540. https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2010811856.pdf

藤田正雄, 波夛野豪 (2017). 有機農業への新規および転換参入のきっかけと経営状況：実施農家へのアンケート調査結果をもとに. 有機農業研究, 9, 53–63. https://doi.org/10.24757/joas.9.2_53

胡柏 (2020). 有機農産物の価格水準と消費者の価格許容力：米国カリフォルニア州と日本の比較を踏まえて. 有機農業研究, 12, 56-70. https://doi.org/10.24757/joas.12.1_56

外園信吾, 林清忠 (2012a). 水田における有機・慣行作物生産の環境影響と経済性. 日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集, https://doi.org/10.11539/ilcaj.2011.0.81.0

外園信吾, 林清忠 (2012b). 水田輪作体系における有機・慣行大豆生産の比較 LCA. 日本 LCA 学会誌, 8(1), 2-13. https://doi.org/10.3370/lca.8.2

松村俊和, 内田圭, 澤田佳宏 (2014). 水田畦畔に成立する半自然草原植生の生物多様性の現状と保全, 植生学会誌, 31(2), 193-218. https://doi.org/10.15031/vegsci.31.193

見田宗介 (2018). 現代社会はどこに向かうか. 岩波新書.

森田季恵, 赤坂卓美, 外山雅大 (2023). 農地景観における森林特性がフクロウの分布に与える影響の寄与率, 保全生態学研究, 28(1). https://doi.org/10.18960/hozen.2131

山本奈美 (2020). 「選べない食実践」の再評価：使い捨て時代を考える会/安全農産供給センターの野菜セットを事例に. 有機農業研究, 12, 2-15. https://doi.org/10.24757/joas.12.2_2

山本善久, 竹山孝治 (2016). 有機野菜等の販売実態と業態別販売対応の方向性. 農業経営研究, 54(2), 61-66. https://doi.org/10.11300/fmsj.54.2_61

鷲谷いづみ (2022). 生物多様性・生態系の保全の科学. 環境情報科学, 51(1), 9-14, https://doi.org/10.11492/eis.51.1_9

付録１．富栄養化ポテンシャル-3%の解釈

Boschiero et al. (2023)のデータによると、富栄養化ポテンシャルについては、有機農業と慣行農業でほぼ同程度という結果になった（-3%）。しかしこれは、「地球の限界」における地球化学的循環の観点から、有機農業と慣行農業が同等だということではない。

なぜかと言うと、LCA 研究はローカルな視点に立っているのに対し、「地球の限界」は広域の視点に立っているからである。LCA 研究は、研究対象とする農地における富栄養化を評価している。この場合、化学肥料と有機肥料は同列に扱うことができる。しかし、広域で考えた場合、化学肥料と有機肥料は同列に扱えない。化学肥料は、生物的に利用不可能だった窒素やリンを、利用可能な形に変換することで生態系内に引き入れている。一方、有機肥料はすでに利用可能な形で存在する窒素・リンを再利用している。つまり、化学肥料は生態系で循環する窒素・リンの総量を増やすのに対し、有機肥料は増やさない。この違いにより、LCA によって有機農業と慣行農業で富栄養化ポテンシャルに違いがないのなら、地球化学的循環の観点からは有機農業の方が好ましいことになる。

実際、農業の近代化に伴って生態系に入る窒素・リンの量は増える一方で、その大部分が作物生産に使われることなく、汚染を引き起こしてきた（Tilman et al., 2002; Yuan et al., 2018; Sutton et al., 2019）。従って、窒素・リン過多な状態にある高所得国では、生態系に入る窒素・リンの割合を下げる必要がある。その一つの方法が、化学肥料から有機肥料への切り替えである。この方法は、日本を含む東アジアの高所得国で合理性を持っている。これらの地域では食料需要の増加が見込まれず、土地当たりの生産性を上げる必要がない。加えて、畜産により十分な量の有機肥料も得られる（Yuan et al., 2018）。

ここで注意していただきたいのは、窒素・リン効率を上げることが単に技術的問題ではなく、パラダイムのシフトでもある点だ。つまり、土地生産性から資源（環境収容力）生産性へと、パラダイムがシフトしているのである。土地生産性が問題となるのは、資源が豊富にあり、環境収容力が大きい（汚染が問題とならない）場合である。近代農業における化学肥料の多投は、この条件において有効な戦略であった。

しかし、今の地球にはこの条件がすでに存在しない。資源も環境収容力も有限であることが、広く認識されるようになって久しい。資源と環境収容力に制限がある場合には、存在する資源を大事に使い、汚染を引き起こさないようにするのが最適戦略となる。つまり、資源（環境収容力）生産性が重要となる。

付録２．Boschiero et al. (2023)と Clark and Tilman (2017)の比較

Boschiero et al. (2023)と Clark and Tilman (2017)は異なる結果を報告しているが、その理由は明らかではない。Boschiero et al. (2023)は、結果の相違に気付いているものの、相違の原因について解析していない。彼女らが相違の原因として示唆しているのは、解析対象とした農産物の違いである。Boschiero et al. (2023)は植物性の農産物だけを対象としたが、Clark and Tilman (2017)は動物性の農産物（食肉、牛乳など）も対象としていた。

筆者らが元データを再解析して分かったのは、「両者の相違は、解析対象とした農産物の違いによるわけではない」ということだ。Clark and Tilman (2017)のデータから、植物性農産物のデータだけを取り出して再計算を行ってみても、「有機農業は、土壌酸性化、富栄養化について環境負荷が大きい」、という結果は変わらなかった。

次に気付いたのは、Boschiero et al. (2023)と Clark and Tilman (2017)で、典型値の計算法が異なる点だ。Boschiero et al. (2023)は、全データに対する中央値を典型値としている。一方、Clark and Tilman (2017)は、全データを２を底とする対数に変換し、平均値を計算し、その平均値を指数変換して元に戻している。どちらも元のデータをそのまま平均しているわけではない。これは、データ分布が対称的でないため、データの平均値が分布を代表すると仮定できないからだ。この二つの計算法で、より適切なのは中央値をとる Boschiero et al. (2023)の方法だ。なぜなら、筆者らが Clark and Tilman (2017)のデータを見てみたところ、対数変換の後でもまだデータ分布は対称性を持っていなかったからだ。そこで、Clark and Tilman (2017)のデータを、Boschiero et al. (2023)の計算法で再解析してみると、土壌酸性化の環境負荷がゼロを下回った。つまり、Clark and Tilman (2017)の元の結果の一部は、計算法による影響を受けていた。

しかし依然として、富栄養化はゼロを大きく上回っており、Boschiero et al. (2023)との相違は解消されなかった。この富栄養化に関する相違は、おそらく、Clark and Tilman (2017)が取得できたサンプル数が少なかった（8 サンプル）ことによる。筆者らが、Boschiero et al. (2023)の 122 のデータから 8 サンプルをランダムに選んで中央値の計算を繰り返してみたところ、得られた中央値は大きくばらついた。得られた中央値の 95%が分布する区間（95%信頼区間）は広く、-41%から 36%だった。つまり、信頼ある中央値を得るためには 8 サンプルでは少なすぎる。信頼ある中央値を得るためには、50 サンプル（理想的には 100 サンプル）くらい必要だ。信頼区間は、50 サンプルのとき-16%から +8%、100 サンプルのとき-12%から+5%だった。

この議論に関するより詳しい情報は、Komatsu and Rappleye (2023)で得られる。

付録３．有機農業と慣行農業を比較した日本の研究

以下に、現在までに得られる日本の研究事例をまとめた。表 A－１は、有機農業の慣行農業に対する環境負荷の大きさのデータである。有機農業以外に、特別栽培の米のデータが、林ら（2011）の図２と Hokazono and Hayashi (2012)の Table 6 に 1 事例ずつある。また、特別栽培の小松菜のデータが Seo et al. (2019)の Table 3 に 1 事例ある。

表 A－１．日本における研究事例。

作物	エネルギー消費	気候変動	土壌酸性化	富栄養化	文献
米		−10%			図２，林ら（2011）
	+17%	+37%	+109%	+37%	Table 6, Hokazono and Hayashi (2012)
	−13%	−7%	−7%	+23%	表１，外園・林（2012a）
	−16%				表１と４，蒲原ら（2013）
	+60%				表１と４，蒲原ら（2013）
	+12%				表１と４，蒲原ら（2013）
	+16%				表１と４，蒲原ら（2013）
	+35%	+57%			表１と２，佐合ら（2009）
	+375%	+564%			表１と２，佐合ら（2009）
大豆	−21%	+2%	+40%	+39%	表７，外園・林（2012b）
	−19%	−22%	+37%	+30%	表７，外園・林（2012b）
	−35%	−25%	−11%	−60%	表１，外園・林（2012a）
穀物・豆類の輪作	−21%	−15%	−28%	−24%	表１，外園・林（2012a）
	−24%	−14%	−26%	−25%	表１，外園・林（2012a）
	−24%	−22%	−45%	−63%	表１，外園・林（2012a）
	−21%	−6%	−4%	−3%	表１，外園・林（2012a）
	−29%	−19%	−35%	−50%	表１，外園・林（2012a）
	−27%	−7%	−4%	−20%	表１，外園・林（2012a）
	−31%	−18%	−6%	−49%	表１，外園・林（2012a）
小松菜		−67%			Table 3, Seo et al. (2019)
中央値	−20%	−22%	−7%	−22%	
Q1, Q3*	−24%, +16%	−21%, −2%	−27%, +17%	−50%, −26%	
サンプル数	18	16	12	12	

*Q1、Q3 はデータのばらつきを表現するパラメータ。それぞれ、小さい方から 1/4、3/4 に当たるデータの値を意味する。Q1 と Q3 の間の範囲に、1/2 の中間的なサンプルが分布する。

執筆者紹介

・小松　光（Hikaru Komatsu）
東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了。博士（農学）。大学・研究機関（東京大学、九州大学、京都大学、台湾大学など）で教育・研究に従事。世界銀行、国際連合教育科学文化機関などのアドバイザーも務めた。2023 年 9 月に坂ノ途中に入社。研究室で、坂ノ途中の事業の文明論的意味について考えている。白書 vol.0 では、全体の企画・構成、2 章の構成、2，3 章の執筆を担当。

・平島　晴生（Haruo Hirashima）
静岡県立大学大学院　薬学研究科（修士・薬学）を卒業後、小野薬品工業株式会社に研究職として入社。医薬品の品質試験法の開発や新薬申請に必要なデータ取得の業務に従事した。その後、事業性評価やマーケティング、DX などの業務に従事。2023 年 10 月から 1 年間、坂ノ途中に出向中であり、主に研究室の事業開発・事業改善に従事。白書 vol.0 では、3 章の構成と執筆を担当。

・樋口　雄飛（Yuhi Higuchi）
神戸大学大学院 自然科学研究科（修士・工学）を卒業後、株式会社野村総合研究所に経営コンサルタントとして入社。経営戦略・マーケティング戦略・業務改革等、業界・テーマ横断でコンサルティング業務に従事。その後、新生銀行グループにて信用リスク管理、データ・AI 利活用、DX などに従事。2023 年 9 月から坂ノ途中の取締役として、「坂ノ途中の研究室」を起点に、環境負荷の小さい農業の経営ハードルを下げるための事業開発・事業改善に従事。白書 vol.0 では、全体の企画・構成、3 章の執筆を担当。

・横浜　美由紀（Miyuki Yokohama）
立命館大学国際関係学部卒業。株式会社ロフトワークなどでクリエイティブディレクターとして HP のコンセプト策定や設計図作成、デザインディレクションやライティング業務などを行う。2018 年に坂ノ途中に入社し、HP のリニューアルや運用を担当。「坂ノ途中の研究室」の発足に伴い、2022 年 1 月よりセオリーオブ・チェンジや「坂ノ途中の報告書」の作成、インパクト調査・測定などに従事。白書 vol.0 では、全体の企画・構成、3 章の執筆、表現の統一・調整を担当。

・渡邊　春菜（Haruna Watanabe）
東京工業大学環境・社会理工学院卒（修士・工学）。現在、同大学院博士課程在籍中。専門はランドスケープデザイン、景観工学。2021 年にインターンとして坂ノ途中に入社。「坂ノ途中の研究室」の発足に伴い、2022 年 1 月よりインパクト調査・測定、セ

オリーオブ・チェンジや「坂ノ途中の報告書」の作成に従事。白書 vol.0 では、全体の企画・構成、データ分析を担当。