

ISSN 2436-2786

農学国際協力

# 農学国際協力

Journal of  
International Cooperation  
for Agricultural Development

Vol. 22

September 2024

JICAD

Vol. 22

September 2024



## 「農学国際協力」編集委員会

編集委員長：

桂 圭佑 （京都大学大学院農学研究科・教授）

編集委員：

山本 光夫 （東京大学大学院農学生命科学研究科・教授）

樋口 浩和 （京都大学大学院農学研究科・教授）

佐藤 勝正 （独立行政法人国際協力機構経済開発部・国際協力専門員）

飯山 みゆき （国際農林水産業研究センター・情報プログラム・ディレクター）

編集事務局：

名古屋大学農学国際教育研究センター

編集幹事：仲田 麻奈 （名古屋大学農学国際教育研究センター・助教）

## 巻頭言

---

「農学国際協力」の新展開	江原 宏	1
--------------	------	---

## ワーキングペーパー

---

漁港分野の無償資金協力の効果的な実施について —セントルシア国ショゼール漁港改善計画の事例—	田中 博之・他	2
---	---------	---

## オピニオン

---

食と農業の変遷から人新世における農業と農学のあり方を考える： 生産性向上から人と自然との共生を目指したシステム構築へ	山根 裕子	13
---	-------	----

## JICA 研修報告

---

JICA 課題別研修「アフリカ地域稲作振興のための中核的農学研究者の育成」実施報告	江原 宏・他	35
---	--------	----

## Next-generation Circular Bio Economy Symposium Report

---

“Next-generation Circular Bio Economy Symposium: Celebration of the 70th Anniversary of Friendship between Japan and Cambodia” Holding Report	Hiroshi Ehara, et al.	38
---	-----------------------	----

企画・編集 JISNAS  
発行 ICREA





## 「農学国際協力」の新展開

江原 宏

名古屋大学大学院生命農学研究科教授  
名古屋大学農学国際教育研究センター長  
農学知的支援ネットワーク事務局長

政府開発援助（ODA）が68年を迎えた今年度、日本と国際社会は大きな転換期にある。気候変動や感染症などの地球規模課題、経済成長の減速や経済格差の拡大といった問題も深刻化を増しており、武力行使の問題の長期化がそれに加わる。こうした歴史的な転換期にあって、開発協力が果たすべき役割、開発課題やその手法にも変化が生じているということから、2023年6月9日の閣議決定により、2015年に定められた開発協力大綱が改定され、我が国の外交の最も重要なツールの一つである開発協力を一層効果的・戦略的に活用するとして、開発協力大綱～自由で開かれた世界の持続可能な発展に向けた日本の貢献～が示された。

新開発協力大綱では、開発協力とは「開発途上地域の開発を主たる目的とする政府及び政府関係機関による国際協力活動」を指すものとし、平和構築やガバナンス、基本的人権の推進、人道支援等も含む広い概念として扱い、その上で、ODAとその他公的資金（OOF）や民間資金（PF）との連携を強化し、開発のための相乗効果を高めていく、ということが記されている。また、「大学・研究機関等との連携促進により、開発途上国の開発課題への新しい解決策を模索するだけでなく、開発途上国と我が国の学生・研究者の交流・共同研究による『国際頭脳循環の促進』、『双方の科学技術力の向上及び我が国の近代化や経済発展等の開発経験の発信等の取組』を強化する」ということが記されており、『頭脳循環』という語が明記されたことは高等教育・研究機関への期待が改めて明らかにされたことと理解される。さらに、「ODAとOOF等様々なスキームを有機的に組み合わせることで相乗効果を高め、日本の強みを活かした魅力的なメニューを作り、積極的に提案していくオファー型協力を強化する」との記載もあり、新たなコンセプトによる開発協力が求められていることが明らかとされた。

一方で、2023年度は日・ASEAN友好協力50周年、日・カンボジア有効70周年、日本・インドネシア国交樹立65周年、日本ベトナム外交関係樹立50周年など、地理的にも近く関係の深い国々との外交関係においても節目の年を迎えている。他方、2024年4月にスタートする科学技術振興機構（JST）の「次世代研究者挑戦的研究プログラム（SPRING）」では、日・ASEAN友好協力50周年であることに鑑み、当該諸国からの受入れを積極的に図ることが求められている。

このように本年度、そして次年度から求められる新たな取り組みの推進に向けては、JISNASの国際協力分科会、国際研究分科会、人材育成分科会の活動、そのためのセミナーやシンポジウムに関わる情報の国内外への発信強化、そして、そのような情報共有のためのプラットフォームとして、本農学国際協力誌がより一層活用されることを願うものである。



Working Paper

# 漁港分野の無償資金協力の効果的な実施について

## —セントルシア国ショゼール漁港改善計画の事例—

### Effective implementation of the grant aid project in the fishing ports development —the case of the project for the improvement of Choiseul fishing port in Saint Lucia—

田中博之<sup>1)</sup>・宮原徹也<sup>1)</sup>・加藤一正<sup>2)</sup>・黒木賢二<sup>2)</sup>

Hiroyuki Tanaka<sup>1)</sup>, Tetsuya Miyahara<sup>1)</sup>, Kazumasa Kato<sup>2)</sup>, Kenji Kuroki<sup>2)</sup>

1) 独立行政法人国際協力機構

2) 株式会社エコー

1) Japan International Cooperation Agency

2) ECOH CORPORATION

論文受付：2023年9月5日 掲載決定：2023年11月20日

#### 要旨

我が国の無償資金協力において海外の漁港整備が多数実施されている。しかし、漁港案件では完成後に問題が発生している事例がある。国内には多数の漁港があり、漁港の計画や運営・維持管理に関する豊富な経験を有していることから、無償資金協力において、この経験の有効活用が期待される。本稿では、堆砂の問題が発生したセントルシア国ショゼール漁港に対して実施している日本の経験を踏まえた新たな取り組みを紹介する。

本案件への対応では、施設完工後のモニタリングやそれを踏まえた修正工事を行う順応的管理の仕組みを無償資金協力の当初計画に含めた。これにより、モニタリングや修正工事が効果的・効率的に実施され、適切な漂砂対策の実施が期待される。また、波や海水の流れを利用したサンドバイパスに準ずる構造を適用した。これは国内でも取り組み事例が限定されているため、この取り組みは本分野の技術開発の場としての活用も期待される。

キーワード：無償資金協力、漁港、漂砂対策、順応的管理、セントルシア

**Abstract.** Many foreign fishing ports have been developed through Japan's grant aid project, but there have been cases where problems have occurred after construction. There are many fishing ports in Japan, and experience in planning, operation, and maintenance of fishing ports has been accumulated. Effective use of this experience is expected in Japan's grant aid project. This paper introduces new initiatives based on Japan's experience that is being implemented for the Choiseul fishing port, Saint Lucia, where a sediment problem has occurred.

In this project, an adaptive management mechanism for monitoring and improvement works after the completion of the construction is included in the initial plan of the grant aid project. This way is expected to ensure that monitoring and improvement works are carried out effectively and efficiently and that appropriate measures against sediment transport are implemented. In addition, a structure similar to a sand bypassing system using waves and seawater flow is applied. As examples of this approach are limited in Japan, this challenge is also expected to be used as a venue for technological development.

**Key words:** Grant aid project, Fishing ports, Countermeasures against sediment transport, Adaptive management, Saint Lucia

## 1 緒言

漁港は、水産業を支える社会基盤の役割を果たすとともに、漁港背後の漁村の住民の生命や財産の保全、国民の海洋性レクリエーションのニーズに対応した余暇空間の提供、更には災害時の救援物資の運搬拠点など多面的な機能を有している<sup>1)</sup>。

JICAの水産分野の協力は、漁村の貧困削減と水産食料の安定供給のため、水産資源の適切な管理・活用による水産業の振興を目標としており<sup>2)</sup>、その実現のために、技術協力による制度作り、人材育成や無償資金協力による施設や機材の整備が行われている。

漁港の多面的機能に関する考えは、多くの途上国においても適応できる考えであり、途上国における水産業や漁村の振興においても漁港整備の重要性は高い。そのため、JICAの水産分野の協力において、無償資金協力による漁港整備が多数実施されてきた。漁港分野の無償資金協力は、漁港の外郭施設の基礎部分が海洋構造物であるため海面下に没しており海水や波浪などの自然条件の影響を強く受けることや陸上から見えないうことなどから、完工後に問題が発生している事例がある。ドミニカ国ロゾー水産コンプレックスは完工後、同コンプレックスの泊地内で水面の動揺、擾乱が発生するようになり、このため同泊地の利用が制約されることになった。これは、ハリケーン来襲時の泊地施設前面の洗堀による海底地形変化のため波浪が泊地内に侵入し易くなったことによるものと判断され、本施設泊地の静穏度改善のために新たな無償資金協力を実施した<sup>3) 4)</sup>。また、スリランカ国キリンダ漁港は完工後、予想外の漂砂現象によって漁港周辺への堆砂が進行し、漁港機能が著しく低下した。その後、漂砂現象の機構の解明、堆砂量を低減させる改修案の提案を目的に開発調査が実施され、その結果をもとに漁港改修のために新たな無償資金協力を実施した<sup>5) 6)</sup>。

日本国内では、2023年4月現在、2777か所が漁港に指定されており<sup>7)</sup>、日本は漁港の計画策定や運営・維持管理に関する豊富な経験を有している。漁港の計画策定においては、漁船の安全な入出港や港内の航行、さらに、泊地での操船、係留、停泊等が行えるよう、航路・泊地の静穏度確保を図ること及び漂砂による航路・泊地埋没について留意することが必要である<sup>8)</sup>。漁港を含む海岸の堆砂や侵食は漂砂の連続性が断たされることによって発生する。海岸の漂砂への対応としては、人工的に土砂を運搬する方法（サンドバイパス）や海岸護岸や消波工などを設置する方法がある<sup>9)</sup>。サ

ンドバイパスは、人工構造物等によって漂砂の連続性が断たされ構造物の上手側に堆積した土砂を侵食が生じやすい下手側海岸に人工的に移動させる自然現象の代替方式として考えられた工法である。この工法は、漂砂と海浜変形の観点から極めて理にかなった方法である。京都府宮津湾では、天橋立の海岸保全のために、船によって土砂を海上運搬する方法でサンドバイパスを行っている<sup>10) 11)</sup>。また、静岡県福田漁港では、2014年より国内初の固定式ジェットポンプによるサンドバイパスシステムを導入し、航路埋没対策だけでなく下手の浅羽海岸に対する恒久的な侵食対策の試験運転が実施されている<sup>12)</sup>。

航路・泊地埋没対策ガイドライン<sup>13)</sup>では、①漁港の現状把握、②埋没メカニズムの把握・確認、③対策案の検討、④LCC（ライフサイクルコスト）の観点での比較検討、⑤最適な対策案の抽出、⑥対策の実施、⑦モニタリング、⑧順応的管理といった航路・泊地埋没対策の検討フローを示している（図1）。このフローでは、想定した対策の効果や近隣への影響などのモニタリングとその結果を踏まえた順応的管理を行うこととしている。これは、自然条件には不確実性があるため、当初の予測外の状況への対処をあらかじめ管理システムに組み込んでおく順応的管理が必要であるという考えに基づいている。

これまで、水産分野の無償資金協力の効果的な実施について、漁村振興のための水産分野に限らない事業の実施による効果拡大<sup>14) 15)</sup>、適切な計画策定や運営維持管理への対応を強化する技術協力との連携<sup>15)</sup>、段階的な支援の実施による適切な案件規模の設定や運営維持管理体制の確認<sup>16)</sup>などが提案されている。しかし、漁港整備の効果的な実施についての検討は限定的である。

本稿では、航路及び泊地で堆砂の問題が発生したセントルシア国ショゼール漁港について、その経緯と日本の経験を踏まえた今後の漁港分野の無償資金協力の効果的な実施につながる取り組みを紹介する。

## 2 セントルシア国ショゼール漁港開発の経緯

セントルシアはカリブ海東部に位置する南北約44km、東西約22kmの島国であり、国内に17か所の漁港を有する。ショゼール漁港は島内南西部に位置し（図2）、同港の登録漁民数は17港中第7位で197人である<sup>17)</sup>。ショゼール漁港建設以前は、同地域に漁港はなく、自然海岸において船の係留、出入港、水揚げを行っていた。そこで、漁業活動の安全性及び操業効率

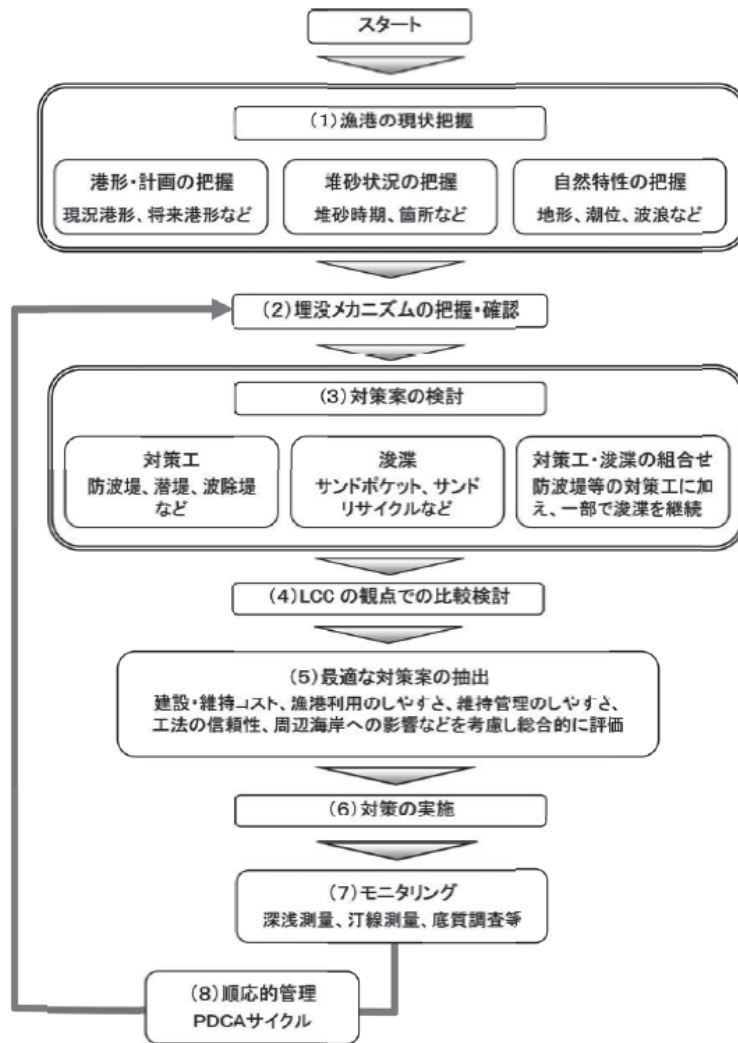


図1 航路・泊地埋没対策の検討フロー<sup>13)</sup>



図2 計画サイト<sup>18)</sup>

無償資金協力「セント・ルシア国沿岸漁業振興計画」ではショゼール漁港及びスプレー漁港の2港が整備された。本稿での対象は南側に位置するショゼール漁港。

の向上並びに漁獲物の鮮度向上を目的として、我が国の無償資金協力によりショゼール漁港が調査・設計・施工された<sup>18)</sup>。本案件で防波堤、斜路、護岸などの漁港基本施設、管理棟、鮮魚販売所、漁具倉庫、製氷機、給油施設などの陸上施設が建設された(図3、図4)。

防波堤の施工後、航路及び泊地に堆砂が生じ、漁港機能に大きな障害が生じた。この堆砂に対し、セントルシア国政府は跳堤の建設や浚渫作業などの対策を実施してきた(表1)。しかし、頻繁な浚渫作業に要する経費や労力がセントルシア国政府にとっては重い負担となっていた。そのため、セントルシア国政府は日本に対してショゼール漁港の機能改善に係る協力を要請した。その要請に基づき、JICAは2017年10月から「セントルシア国ショゼール漁港の現状に係る情報収集・確認調査」を実施した<sup>19)</sup>。同調査では、漁港の現状把握、埋没メカニズムの把握・確認、堆砂問題を抱えるショゼール漁港の機能回復・改善に向けた技術的に実現可能性の高い対策案の検討を行った。



図3 ショゼール漁港建設前（黄色線は概略計画地）<sup>18)</sup>



図4 ショゼール漁港完成時予想図<sup>18)</sup>

### 3 ショゼール漁港の埋没メカニズム

この第3章と次の第4章は、参考文献19)からの引用で構成されている。詳細については、原文献を参照されたい。

#### (1) 周辺の波と漂砂特性

セントルシアは北緯14度付近に位置しており、ここ

では常に東から貿易風が吹いていて、この風で励起された波が東から毎日来襲している。島の南西部にあるショゼール漁港周辺は東風の遮蔽域となっているものの、来襲波はセントルシアの南部海底に広範囲に存在する浅海域を伝播する過程で屈折して向きが北に90度ほど変化し、ショゼール漁港周辺には南から入射する。このため、漁港周辺は北向きの沿岸漂砂が圧倒的に卓越している。このような波浪条件なので、漁港内に堆積する砂の供給源は、漁港の南側に流入しているショゼール川と漁港の南側に続く海食崖と考えられる(図5)。

#### (2) 漁港建設後、跳堤建設前

2002年11月から2006年3月までの間に、港内の堆砂地形が測量され堆砂状況のモニタリングが行われていた。本モニタリングでは、1メートルの等深線の移動(図6)を踏まえ、港内堆砂のプロセスを「沖側から砂が運ばれてきて、防波堤前面に回廊上の浅い海域が生じる。これに沿って防波堤前面を先端部へ向かう沿岸流が発生する。沿岸流によって防波堤先端まで運ばれた砂が、防波堤の先端を回って港内堆砂が起きる。港内堆砂は、当初、防波堤の直背後に限られ、港奥部(斜路側)に進行していく」と分析している<sup>19)</sup>。

港口部に存在し得る流れは、潮流、海浜流、長周期波の振動流、波浪による振動流である。これらの外力が砂を運ぶ可能性を理論的にオーダー評価した結果、潮流、海浜流、長周期波の振動流については、可能性が否定された。波浪による振動流については、水深と移動限界波高の関係は水深0.5mでは7cmであったことから水深が浅くなれば静穏な港内でも十分波浪によって運ばれる可能性があることが示された。このため、防波堤先端を回り込んだところに砂が堆積して水深が浅くなると、港口から防波堤に沿って港奥へと波

表1 ショゼール漁港開発と堆砂への対応の経緯<sup>17) 19)</sup>

時期	内容
2002年1月	建設開始
2002年11月	防波堤完成、玉石の堆積
2003年2月	堆砂の確認
2003年5月	港内浚渫、漁港竣工
2004年5月から2006年3月	港内浚渫
2008年4月から7月	跳堤の建設、港内浚渫
2015年9月ごろ	港口部の閉塞
2016年12月ごろから	小規模浚渫
2017年10月から	JICA情報収集・確認調査開始
2018年1月ごろから	大規模浚渫
2021年9月から	JICA準備調査開始





図5 ショゼール漁港の土砂供給源  
(ショゼール川と漁港の南側に続く海食崖)<sup>19)</sup>

が伝播するので、砂が徐々に運ばれて図6のデータが示すように堆積地形が港奥へと成長することになる、との仮説を立てた。この仮説は、固定床水理模型実験において、固定床を堆積状況に合わせて変形しながらトレーサーで追跡する方法で検証できた。実験ではトレーサーが掃流砂状態で運ばれることも確認した。

この結果を踏まえて推測した、跳堤施工前の漂砂の移動状況を図7に模式図で示す。防波堤前面を北上してきた漂砂が、防波堤先端部で港内に回り込む砂(A)とさらに北方向へと運ばれる砂(B)に分かれる。そして、港内埋没の原因となる砂は防波堤先端部を回り込んだ後、防波堤背後で防波堤に沿って掃流砂状態で港内に侵入する。

### (3) 跳堤建設後

セントルシア政府は堆砂対策として2008年4月から7月までに防波堤の先端部に跳堤を建設した(図8)。同時に港内浚渫も行われ、当初、港口部は十分な水深が確保されていた(図9)。

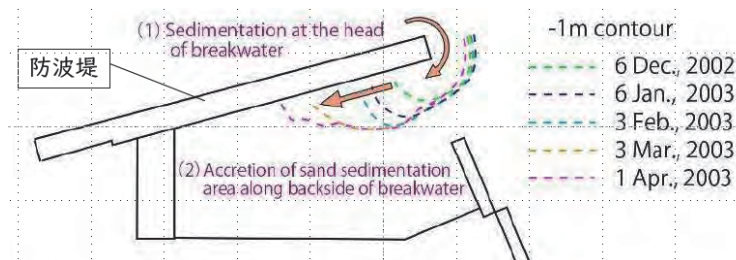


図6 ショゼール漁港の1メートルの等深線の移動<sup>19)</sup>

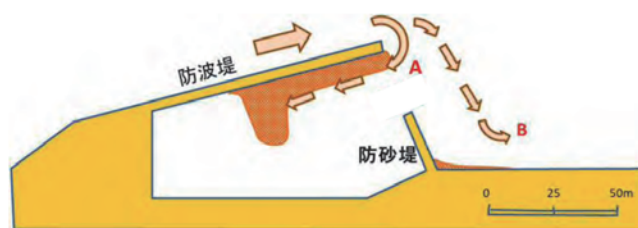


図7 漂砂の移動状況の模式図(跳堤建設前)<sup>19)</sup>



図8 跳堤建設後(2008年9月)<sup>19)</sup>



図9 港口部(2008年9月)<sup>19)</sup>

跳堤設置の約9か月後、2009年5月には、二人の漁師が船外に出て漁船を押しながら入港しており堆砂が進行していることが確認できる（図10）。また、防砂堤の港外側にも堆積が生じており、汀線が前進していることが確認できる（図11）。

その後の約6年間のショゼール漁港の港内堆砂に関連する資料は入手できていない。約6年後の2015年9月と2015年11月には、港口部は完全に閉塞して、港内に入れぬ漁船は港外の砂浜に引き上げられていることが確認できる（図12、図13）

以上の経緯を踏まえて考えられる跳堤建設後に砂が

港内へと運ばれる状況の推測結果を図14に模式図で示す。防波堤前面を北上してきた漂砂が、防波堤先端部で港内に回り込む砂（A）とさらに通過する砂に分かれる。通過した砂の一部（B）は以前と同様に北方向へ運ばれるものの、残りは海浜に堆積して汀線が前進する。汀線が防砂堤先端付近まで前進したころから砂（C）が防砂堤先端を回り込んで港内に流入するようになる。そして、防砂堤の港内側に新たな堆積場所が現れる。跳堤建設前は砂の流入経路が一つであったのに対し、跳堤建設後は二つの経路を通過して港内に砂が流入するようになっている。



図10 帰港する漁船の様子（2009年5月）<sup>19)</sup>



図11 港口の状況（2009年5月）<sup>19)</sup>



図12 港口部が閉鎖したショゼール漁港  
Google Earth（2015年9月27日）<sup>19)</sup>



図13 港口部が閉鎖したショゼール漁港  
（2015年11月）<sup>19)</sup>

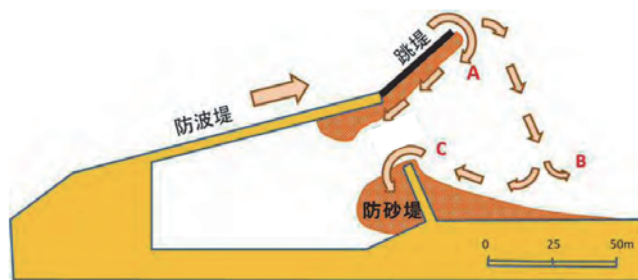


図14 漂砂の移動状況の模式図（跳堤建設後）<sup>19)</sup>

## 4 対策案の検討

埋没メカニズムの検討の結果、漁港内へと砂が運ばれる経路は「防砂堤先端を回り込む経路（図14の経路C）」と「防波堤先端を回り込む経路（図14の経路A）」の二つあることが推測されたため、この2つの経路の対策方法を検討した。なお、漂砂は沿岸域で連続的に生じる現象であり、漁港の航路・泊地の埋没も漁港周辺に限った現象ではないので、漁港のみでなく近隣海岸への影響など広域な視点で対策を考える必要がある<sup>9)</sup>ことから漁港下手の海岸の汀線変化も含めて検討した。

### (1) 経路Cの遮断に関する検討

経路Cの砂移動を遮断する方法として、ショゼール漁港から下手の北側海岸の汀線変化予測計算（One-line Model）によって、三つのケースを検討した。ここでは、最も効果的であると判断された第2防砂堤を設置する対策について述べる。他の二つのケースの詳細は参考文献19)を参照されたい。

第2防砂堤を設置した場合の海浜流を数値計算で再現した。波浪変形計算の基本方程式はエネルギー平衡方程式、海浜流計算の基本方程式は水深積分型連続式と運動方程式である。

図15は、現状（跳堤があって対策工がない）の海浜流である。赤色破線で囲んだ南向き流れの影響を受けて港内へと砂が運ばれる。図16は、第2防砂堤を設置した直後の海浜流である。海浜流は跳堤先端付近から北側海浜に向かい、汀線近くで分岐する。分岐後の南向きの流れが依然として存在する。図中の赤色破線で囲んだ南向きの流れによって砂が運ばれるものの、第2防砂堤が設置されているので港口までは運ばれない。運ばれてきた砂は第2防砂堤の北側に堆積し、汀線が前進する。図17は、第2防砂堤の北側海浜の汀線が前進したときの海浜流である。図中の赤色の実線は図16に赤い実線で示した北側海浜の汀線位置である。矢印に示したように汀線が前進した結果、海浜流のパターンは大きく変化し、跳堤先端から北側海浜に向かう流れは分岐することなく流速を保ちながら北上する。

この結果を踏まえ、経路Cの砂移動の遮断のための対策は、第2防砂堤を設置することが妥当と判断した。第2防砂堤を設置すると、その北側に汀線の一定の前進後平衡汀線が形成される。この汀線形状は非常に安定していて、これ以上前進せず、経路Cの港内への砂移動が遮断できる。

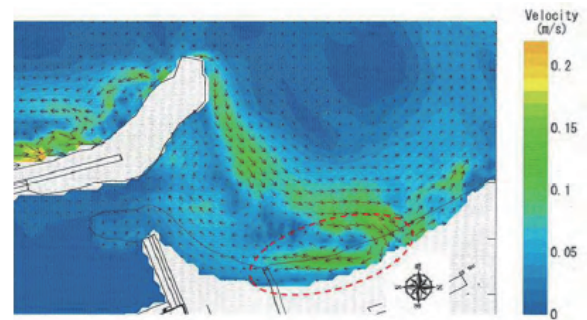


図15 現状の海浜流<sup>19)</sup>

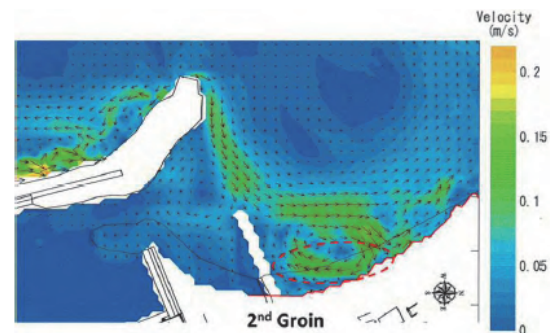


図16 第2防砂堤を設置した直後の海浜流<sup>19)</sup>

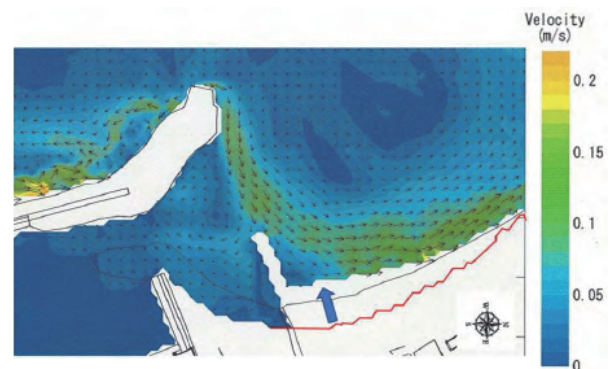


図17 第2防砂堤の北側海浜の汀線が前進したときの海浜流<sup>19)</sup>

### (2) 経路Aの遮断に関する検討

現在の跳堤先端部でも、跳堤が設置される前の港内堆砂と同様の機構（図6に関連して立てて水理模型実験で検証した仮説を参照）で堆砂が広がっているとすれば、港内埋没の起点となる跳堤先端付近の堆砂を防ぐことで港奥への堆砂の広がりを防止できると考えられる。

海浜保全のために潜堤を設置すると、その背後（岸側）では洗堀が発生することが知られている<sup>20)</sup>。洗堀は潜堤上で波が砕けるときに発生する強い乱れによって海底の砂が巻き上げられ、流れによって運ばれることによって生じる<sup>21)</sup>ので、潜堤を跳堤の先端に設置す

ると、洗堀溝に落ちた砂は洗堀溝内に留まることは出来ず、港内堆砂の引き金となる跳堤先端付近の堆積は生じないと考えられる。

そこで、経路 A の砂移動の遮断のための対策は、現在の跳堤の延長線上に潜堤を設置することが妥当と判断した。これにより、港内堆砂の引き金となる跳堤先端付近の堆積は生じず、経路 A の港内への砂移動が遮断できる。また、潜堤は波の透過率が高い構造物なので、背後の海浜に及ぼす影響が少ない（実は、跳堤先端に透過率の低い構造物を設置すると、経路 C の砂移動が増大することが、汀線変化予測計算で明らかになっていた）。ただし、この防波堤（跳堤）先端に潜堤を設置する工法については、経験や技術の蓄積が乏しいので、水理模型実験を行って対策工の水理特性を検討することとした。

### (3) 水理模型実験

水理模型実験では、波の変形に係る諸現象（屈折、回折、浅水変形、砕波など）の再現性は保証されているが、固定床模型では、堆積（埋没）・侵食（洗堀）等の地形変化は再現できない。そのため、トレーサーを投入して追跡し、その動きから現地の漂砂の移動状況や更には堆積・侵食等の地形変化を推測することにした。

実験の結果、跳堤設置前後の港内埋没パターンが再現でき、数値シミュレーションの海浜流のパターンとよく対応していた。さらに、第 2 防砂堤の設置、潜堤の設置後のトレーサーの動きは、いずれも、数値シミュレーションの海浜流のパターンとよく対応していた。

これにより、数値シミュレーションで明らかとなった港口埋没を引き起こす漂砂を阻止し北方向へと流すという第 2 防砂堤の機能、及び波の弱い遮へい効果、砂の回り込み防止、潜堤背後の洗堀といった潜堤に求める機能が水理模型実験でも確認できた。

### (4) 対策案

以上の検討を踏まえ、第 2 防砂堤の設置と潜堤の設置を対策案とした（図 18）。

また、固定床水理模型実験の再現結果を踏まえて数値シミュレーションにより対策効果の確認を行った。

#### ①第 2 防砂堤の効果

図 19 は、第 2 防砂堤の有無による海浜流の比較である。(a) 第 2 防砂堤がないと、跳堤背後に時計回りの大きな循環流が形成され、北側の海浜より港口部へ向かう土砂移動が生じる。これに対し、(b) 第 2 防砂堤を設置すると、大きな時計回りの循環流の南向き流れが遮断されており、港口部へ向かう砂移動を抑制する効果が出ている。

#### ②潜堤の効果

図 20 は、潜堤の有無による海浜流の比較である。(a) 潜堤なしの場合は、跳堤先端を通過した流れが第 2 防砂堤方向に向かっている。これに対して、(b) 潜堤を設置すると、潜堤上に強い北東向きの流れが発生するため港内への土砂流入の可能性を低減し、北側海浜への土砂流下を促す効果が出ている。

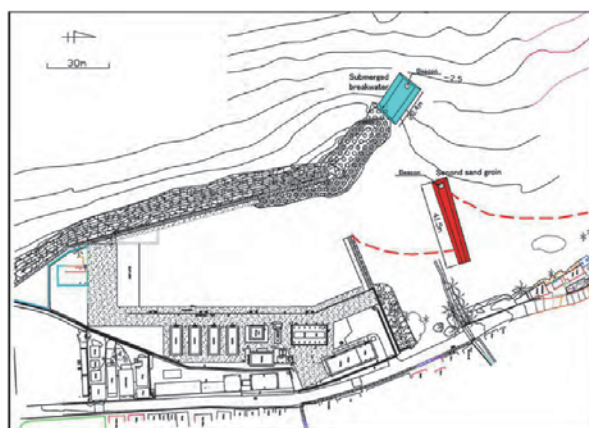


図 18 対策案<sup>19)</sup>

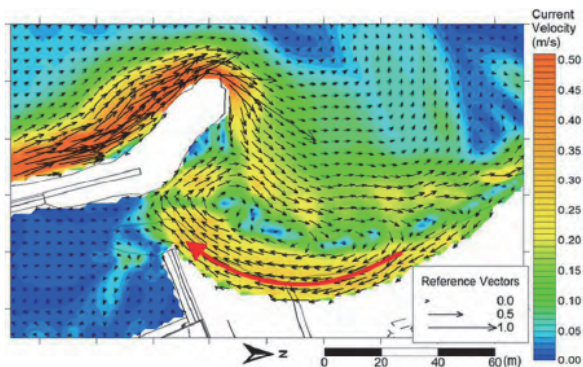


図 19 (a) 海浜流（第 2 防砂堤なし）<sup>19)</sup>

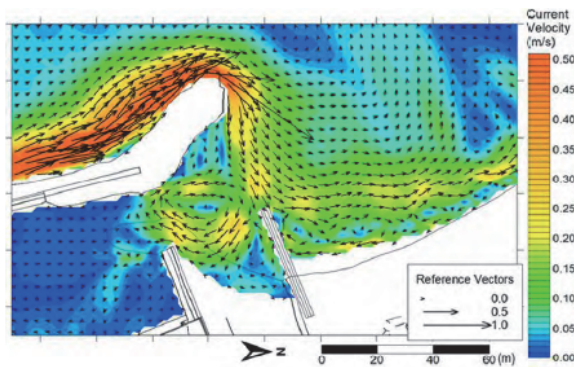


図 19 (b) 海浜流（第 2 防砂堤設置）<sup>19)</sup>

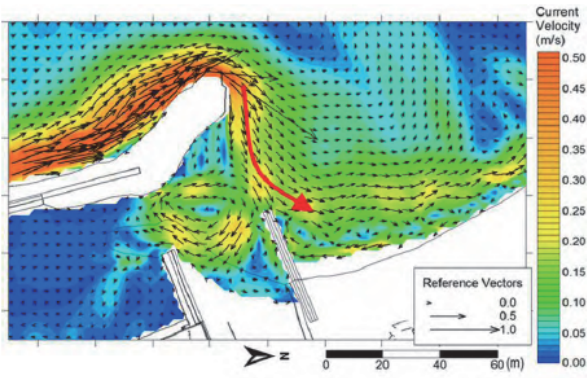


図 20 (a) 海浜流 (潜堤なし) <sup>19)</sup>

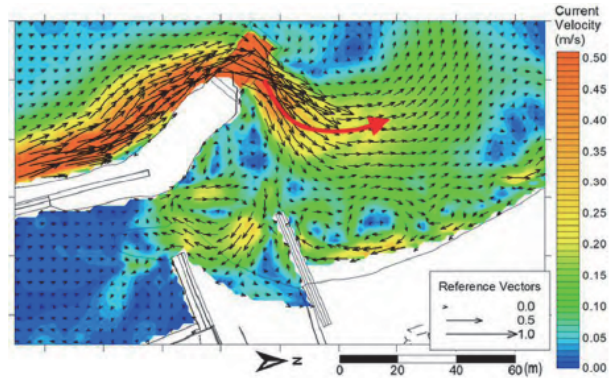


図 20 (b) 海浜流 (潜堤20m 設置) <sup>19)</sup>

## 5 本無償資金協力案件での取り組み

JICA は、「セントルシア国ショゼール漁港の現状に係る情報収集・確認調査」の結果を踏まえて、「セントルシア国ショゼール漁港改善計画準備調査」として、提案された対策案を無償資金協力として実施するための概略設計を行い、施設計画 (表 2、図 21) を策定した<sup>17)</sup>。

本準備調査では本無償資金協力案件の効果的・効率的な実施のために、以下の特徴的な取り組みを実施・提案している。

①当初施設の完工後、3年間のモニタリングと修正工事を行う順応的管理の仕組みを無償資金協力の当初計画に含める。

自然条件には不確実性があるため、施設完成後にはモニタリングやそれを踏まえた修正工事を行う順応的

管理が効果的である。これまでの無償資金協力では、施設完成後の運営・維持管理は先方政府の役割としていたため、完成後のモニタリングやそれを踏まえた修正工事は先方政府が行うことになっていた。しかし先方政府によっては、十分に実施されなかったり、実施の時期が適切でなかったりすることもあった。そこで、本案件では、モニタリングやそれを踏まえた修正工事を行う順応的管理の仕組みを無償資金協力の当初計画に含めた。これは初めてのことである。これにより、モニタリングやそれを踏まえた修正工事が効果的・効率的に実施され、適切な漂砂対策が実施されることが期待される。なお、無償資金協力の制度上の制約 (協力期間は、閣議年度から5年度まで) を踏まえ、モニタリング期間を3年間とした。

②潜堤を修正工事が容易に行える構造とする。

潜堤は、モニタリングの結果によっては、修正が必

表 2 施設計画 <sup>17)</sup>

	施設名	本計画の内容
1	浚渫工事	<ul style="list-style-type: none"> <li>浚渫量：9,500m<sup>3</sup> (港内浚渫量：3,900m<sup>3</sup>、港外浚渫量：5,600m<sup>3</sup>)</li> <li>計画水深：-2m (余掘り：30cm)</li> </ul>
2	第2防砂堤	<ul style="list-style-type: none"> <li>延長：55m</li> <li>構造：捨石+コンクリートブロック</li> <li>天端高：+2.0m、天端幅：3m</li> <li>コンクリートブロック：仮設岸壁</li> </ul>
3	潜堤	<ul style="list-style-type: none"> <li>延長：20m</li> <li>構造：&lt;暫定時&gt;袋詰捨石材 &lt;完成時&gt;袋詰捨石材+被覆石</li> <li>天端高：-0.2m</li> <li>天端幅：5.4m&lt;暫定時&gt;/6m&lt;完成時&gt;</li> </ul>
4	ライトビーコン	<ul style="list-style-type: none"> <li>新設2基：潜堤先端と第2防砂堤先端</li> <li>補修2基：既存防波堤先端と既存防砂堤先端</li> </ul>



図 21 施設計画図<sup>17)</sup>

要になることが想定される。そのため、当初の構造は、設計波高に対する必要重量が比較的軽量であり移設が比較的容易な袋型捨石材を用いた修正工事が容易に行える構造とした。袋型捨石材は仮設材であるため破損する可能性が高い。しかしながら、モニタリング期間終了後には潜堤の表面を袋型捨石材から被覆石に置き換えることにより、安定性、耐久性に問題のない構造とする。これにより、施設建設の効率化が図られる。

③潜堤による波や海水の流れを利用した「1 緒言」で述べたサンドバイパスに準ずる構造を適用する。

サンドバイパスは漂砂対策において、「漂砂の連続性」の観点で、極めて自然の理にかなった対策である。しかし、砂の移動を人工的に、永続的に行う必要があるため、開発途上国での持続的な運営には経済面で課題がある。これに対して、ショゼール漁港の埋没対策工として設置する潜堤は、波や海水の流れといった自然の力を利用して漂砂の連続性を確保することを可能とするため、経済的な負担の少ない、サンドバイパスの機能を有する構造物であるといえる。

## 6 緒言

モニタリングと修正工事を行う順応的管理の仕組みを無償資金協力の当初計画に含める方法は、漂砂対策や漁港分野の案件に限らず、自然条件の影響を受けるその他の案件にも有効であると考えられる。本案件の実施を通じてその有効性の確認が期待される。

また、潜堤による波や海水の流れを利用したサンドバイパスに準ずる構造の適用は国内でも取り組み事例が限定されているため、今回の取り組みは本分野の技術開発の場としての活用も期待される。

国内では、海業を漁港・漁村で展開し、地域のにぎわいや所得と雇用を生み出す取り組みを進める計画を策定している<sup>22)</sup>。また、漁港の有効活用について、畜養・

養殖水面、増殖場、釣り体験施設、陸上養殖施設、直売所・食堂、漁業体験施設としての活用など、豊富な経験を有している<sup>23)</sup>。今後、これらの経験を生かした漁港分野の無償資金協力の効果拡大も検討していく必要がある。ショゼール漁港では、本案件の実施によって第2防砂堤の北側に新たに砂浜が形成されることが予想されている。本案件を堆砂対策によるショゼール漁港の機能回復に留めることなく、この砂浜を活用した漁業と観光の連携による6次産業化や海業の推進など、漁港を核とした経済的便益の増大につながる取り組みも検討していく必要がある。

## 参考文献

- 1) 水産庁 (2022) 漁港漁場整備事業の推進に関する基本方針.
- 2) 国際協力機構 (2022) JICA グローバル・アジェンダ (課題別事業戦略) 農業・農村開発 (持続可能な食料システム), [https://www.jica.go.jp/Resource/activities/issues/agricul/ku57pq00002cubgq-att/agricul\\_text.pdf](https://www.jica.go.jp/Resource/activities/issues/agricul/ku57pq00002cubgq-att/agricul_text.pdf) (2023.8.28 参照)
- 3) 国際協力事業団・オーバーシーズ・アグロフィッシュリーズ コンサルタント株式会社 (1993) ドミニカ国沿岸漁業開発計画基本設計調査報告書.
- 4) 国際協力事業団・オーバーシーズ・アグロフィッシュリーズ コンサルタント株式会社 (1999) ドミニカ国ロゾー水産施設改修計画基本設計調査報告書.
- 5) 国際協力事業団 (1982) スリランカ民主社会主義共和国 漁港整備計画基本設計調査報告書.
- 6) 国際協力事業団 (1991) スリ・ランカ民主社会主義共和国 キリンド漁港改修計画基本設計調査報告書.
- 7) 水産庁 (2023) 指定漁港数一覧表, [https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko\\_gyozyo/g\\_zyoho\\_bako/gyoko\\_itiran/attach/pdf/sub81-85.pdf](https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_zyoho_bako/gyoko_itiran/attach/pdf/sub81-85.pdf) (2023.8.28 参照)
- 8) 水産庁漁港漁場整備部 (2021) 水産庁漁港計画の参考図書 令和3年度.
- 9) 宇多高明 (1992) 海岸利用と海岸保全の調和. 沿岸海洋研究ノート 29 : 159-168.
- 10) 矢島道夫・上藪晃・矢内常夫・山田文雄 (1982) 天橋立におけるサンドバイパス工法の適用, 海岸工学講演会論文集 29 : 304-308.
- 11) 京都府 天橋立, <https://www.pref.kyoto.jp/tango/tango-doboku/documents/1189749804207.pdf> (2023.8.28 参照)

- 12) 山田匠・藤原剛・田村勇一朗・片山裕之 (2019) ジェットポンプ式サンドバイパス試験運転における土砂輸送及び海底地形モニタリングについて, 土木学会論文集 B2 (海岸工学) 75 (2) : I\_589-I\_594.
- 13) 水産庁漁港漁場整備部 (2014) 航路・泊地埋没対策ガイドライン.
- 14) 国際協力機構無償資金協力部 (2007) 基礎研究「水産無償における漁村振興支援」報告書.
- 15) 株式会社 野村総合研究所 (2012) 平成 23 年度外務省 ODA 評価 水産無償資金協力に関する評価 (第三者評価) 報告書.
- 16) 国際協力機構資金協力業務部 (2014) 水産無償資金協力に関する基礎研究報告書.
- 17) 国際協力機構・株式会社エコー (2022) セントルシア国ショゼール漁港改善計画準備調査 (一般競争入札 (総合評価落札方式)) 最終報告書.
- 18) 国際協力事業団・株式会社エコー (2001) セントルシア国沿岸漁業振興計画基本設計調査報告書.
- 19) 国際協力機構・株式会社エコー (2020) セントルシア国ショゼール漁港の現状に係る基礎情報収集確認調査ファイナル・レポート.
- 20) 栗山善昭・山口里実・池上正春・伊藤晃・高野誠紀・田中純壺・友田尚貴 (2007) 新潟西海岸における大規模潜堤周辺の地形変化特性, 土木学会論文集 B 63 (4) : 255-271.
- 21) 片野明良・久留島暢之・永井栄・泉田裕・清水利浩 (2013) 大規模潜堤背後の濁度と乱れ強度, 土木学会論文集 B2 (海岸工学) 69 (2) : I\_581-I\_585.
- 22) 漁港漁場整備長期計画 (2022).
- 23) 水産庁漁港漁場整備部 (2021) 漁港施設の有効活用ガイドブック.



オピニオン

# 食と農業の変遷から人新世における農業と 農学のあり方を考える：生産性向上から人と 自然との共生を目指したシステム構築へ

Thinking about the state of agriculture and agricultural science in the  
Anthropocene from the changes in food and agriculture: From improving  
productivity to building systems that aim for coexistence between people and  
nature

山根裕子

Yuko Yamane

名古屋大学農学国際教育研究センター

International Center for Research and Education in Agriculture, Nagoya University

論文受付：2024年3月15日 掲載決定：2024年3月26日

## 要旨

気象変動や森林減少、生物の大量絶滅など人間活動を原因とした環境劣化は人類の未来を脅かすまでに至っており、我々は早急に持続的な方向に社会の転換を図っていかねばならない時代の局面に来ている。本稿は現在の農業と食料の流通の問題を歴史的な視点からとらえ、持続的な方向への転換を図る必要性を訴えることを目的としている。まず、大航海時代から始まり産業革命を経て本格化していった地球規模での農産物流通と近代的農業（工業的農業）の発展の経緯を奴隷貿易にも触れつつ整理する。そのうえで、日本に視点を移し、近代化に伴って日本の農業と食がどのように変化していったのか、特に平成年間に焦点を当てどのような方向性で農業技術が開発されていったかについて言及する。それらを踏まえ、今後持続的な社会の構築に向けて農業とそれを支える農学がどのようにあればよいのかについて考察を試みる。

キーワード：近代農業（工業的農業）、農産物流通、奴隷貿易、環境問題、持続的社会

**Abstract.** Environmental degradation caused by human activities, such as climate change, deforestation, and mass extinction of living things, has reached the point where it threatens the future of humanity, and we are living in a time when we must urgently transform our society in a sustainable direction. The purpose of this paper is to look at current agricultural and food distribution issues from a historical perspective, and to emphasize the need for a change in a sustainable direction. First, it will be summarized the history of global agricultural distribution and the development of modern agriculture (industrial agriculture), which began with the Age of Discovery and gained momentum through the Industrial Revolution, while also touching on the slave trade. Then, we will shift our focus to Japan and examine how Japan's agriculture and food have changed with modernization, and in what direction agricultural technology was developed, with a particular focus on the Heisei era. Based on these, we will attempt to consider how agricultural science should support agriculture in order to build a sustainable society in the future.

**Key Words:** Agricultural product distribution, Modern agriculture (industrial agriculture), Slave trade, Environmental issues, Sustainable society



## 1. はじめに

2023年は世界の平均気温、世界の6月の平均気温、極度の海洋熱波、そして南極の海水面積と4つの気候の記録が更新された年となった<sup>1)</sup>。10月にアラブ首長国連邦で開催された第28回国連気象変動枠組条約国会議(COP28)に先駆けて国連の研究者たちは人間の過剰な活動の結果生じている気象変動をはじめとした環境劣化に関して『人類の生存にきわめて重要な生物多様性や農業用水等々多岐にわたる項目において持続的な方向に改善がみられなければ多くの人類にとって致命的な脅威を招く可能性がある。』という深刻な内容の報告を公表した。具体的には数十年以内に100万種の動植物が人間の活動も大きな要因となって絶滅する危険性と重要な種の絶滅は「連鎖的絶滅」や「生態系全体の崩壊」を引き起こす可能性があること。さらに農業に不可欠な帯水層にある地下水は、20億人以上に飲料水を供給しているが、世界の半数以上が、補充されるよりも早く使用されており、井戸が枯渇すれば世界の食糧生産は危うくなり広範囲におよぶ結果をもたらすこと。また、猛暑は多くの人類にとって致命的な脅威となる転換点が近づいているとされ<sup>2)</sup>、報告書の主執筆者で国連大学環境・人間の安全保障研究所のジタ・セババリは「私たちが無自覚に無差別に水資源を使用し、自然や生物多様性にダメージを与え、地球と宇宙の両方を汚染するにつれて、私たちの生活が依存しているシステムそのものを破壊しかねない転換点に、私たちは危険なほど近づいている」と述べた<sup>2)</sup>。さらに約半年前の3月に提出された気象変動に関する政府間パネル(IPCC)の6次報告書も『我々に残された時間は非常に少なく、この機会を逃せば今後数千年間気象に深刻な影響を及ぼす可能性がある』とする冒頭の報告書と同様の大変厳しい内容であった<sup>3)</sup>。

20世紀の後半から新自由主義的な価値観が世界規模で浸透し、市場経済を軸とした仕組みがいっそう深化し、農業や農産物流通もその流れに合わせ生産性や収益性を高める方向で変化した。その結果、人類は産業革命以降数億年かけて蓄積された化石燃料をわずか200年のうちに使いきるまでに至っている。現文明の存続を危うくするほど悪化しつつある環境問題は欧米を中心とした国々が近代化を図り帝国主義的な発展を遂げていく過程で興ってきた工業と都市の拡大が起点となって生じ、第二次世界大戦以降、アジアをはじめとする他の地域の国々もその方向性に追従してきた結果、修正不可能に近い状態に深刻化してしまった<sup>4)</sup>。

我々がこのままなんの対策を取らなかった場合2100年までに平均気温が4℃以上上昇する未来が待っており、その結果アフリカ大陸、オーストラリアとアメリカ、南米のパタゴニアより北、アジアのシベリアより南は、高温と砂漠化、洪水で住めなくなり(ウォレス 2020)、気候変動に起因する難民は2050年までに2億人に達し、貧困にあえぐ10億人以上が、戦うか逃げるかの選択を迫られるという<sup>5) 6)</sup>。環境問題の深刻さやが表面化の中で、生産性や集約性を追求してきた近代的農業そのものが環境を劣化させている要因の一つとして挙げられるようになった<sup>7) 8)</sup>。

本稿は世界規模で展開されるグローバルフードシステムとそれを支える工業的農業(近代的農業)の歴史的展開とその問題点を整理した上で、農業や農業を支える農学は今後どうあるべきなのかについて考察を加えることを目的としている。現在先進国と呼ばれる国々で生活する人々の食はグローバルフードシステムやアグロビジネスに代表される生産性や収益性を追求する商業的農業によって支えられている。本稿ではまずその発展の経緯を産業革命以前の大航海時代から歴史を追いつつ整理し、現行の食のシステムの成立過程と、食料を商品として生産してきた近代農業、それを支えるための学問として発達してきた近代農学の特性を歴史的背景から浮き彫りにするための知見を整理した。その上で、近代的農業が持つ本質的な問題点を農業の『生産性』という言葉に着目し論じた物理学者で環境活動家のヴァンダナ・シバの論考を基に説明する。そして、身近な問題としての日本の農業と食の変遷に視点を移し、日本の農業の黎明期から戦後迎えた本格的な近代化以降の劇的に変化していった農業の変遷の歴史を追い、最後に近代化以降の日本の農業と欧米諸国との違いや違いが生まれた背景を、平成年間を中心に整理する。そして、環境問題が人類の共存の危うくするほど進行している現状を鑑みながら農業や農業を支える農学は今後どうあるべきなのかについて考察を加える。

### 1.2. 世界の農業の誕生と変遷：近代以前及び以降の農業の地域性

約10万年前にアフリカを出て世界各地に拡がっていった人類がその後9万年あまり狩猟採集の生活を続け、農業で自然から食料を得られるようになったのは1万3000年から1万1500年前であった。最終氷河期が過ぎた地球規模で興った寒冷期でヤンガー・ドリアス期と呼ばれ動植物相の変化や海岸線の後退と前進が繰り返され生活環境が急激に変化した時期である。こ

のころ中東で10000年前にエンマー小麦や大麦などが栽培化されたのをはじめ世界の各地域で現在世界の食糧の中心となっている作物が栽培化され、世界各地域に広がっていき<sup>9)</sup>、それぞれの地域の農耕文化圏を形成した。

図1は大航海時代以前の世界の各地域で農耕がどう分布しているのかを示したものである<sup>10)</sup>。15世紀以前は農業の起源地からそれぞれ伝播した作物がそれぞれの地域で多くは自給自足的な農業と生活の元営まれていた。図2はその約500年後、大航海時代、産業革命

を経て近代という時代に入って以降の1936年に発表されたホイットルセーによる「世界の農業区分」である<sup>11)</sup>。第二次世界大戦前に発表されたこのホイットルセーの農業区分は現在でも地理などの教科書で世界の農業の概要を学ぶ際に用いられている。地球上の農牧業をその経営形態の特徴①作物と家畜の組み合わせ、②作物の栽培法と家畜の飼育法、③労働・資本・組織の土地への投下の集約性と生産額、④生産物の消費形態-自家消費か商品消費か⑤家屋と農業経営のための

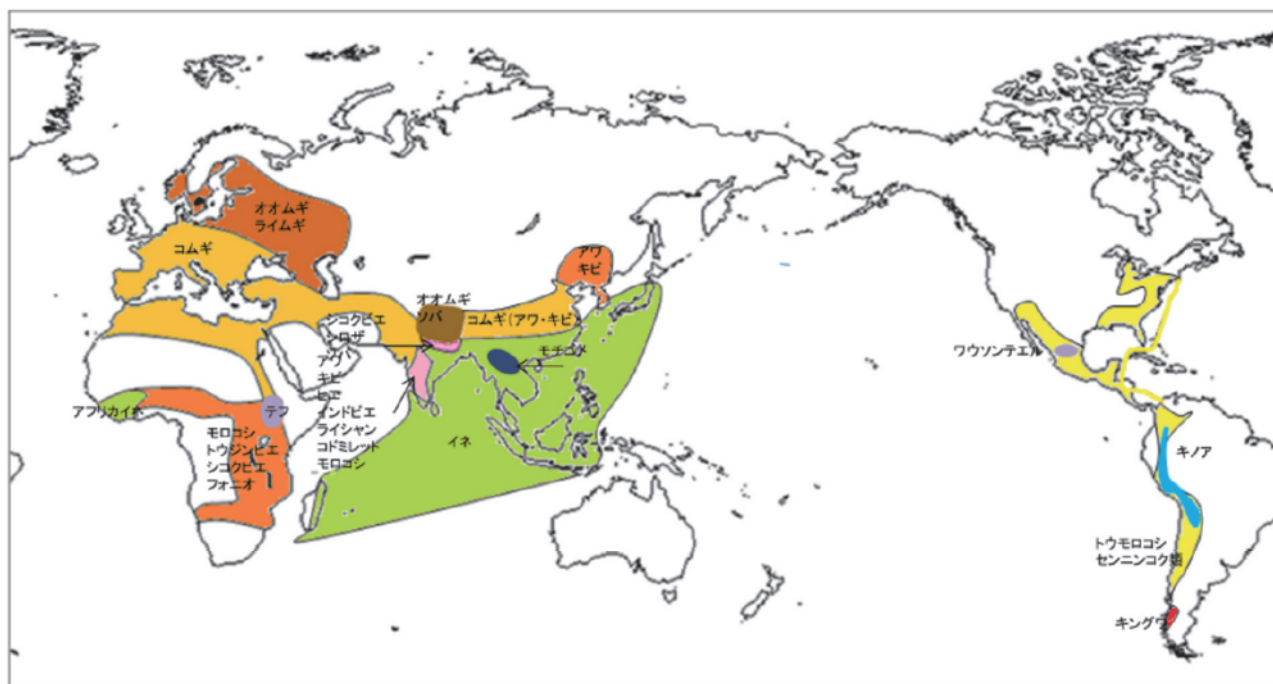


図1 15世紀頃の主な穀物の分布 (出典：講座 食の文化 第一巻：人類の食文化)

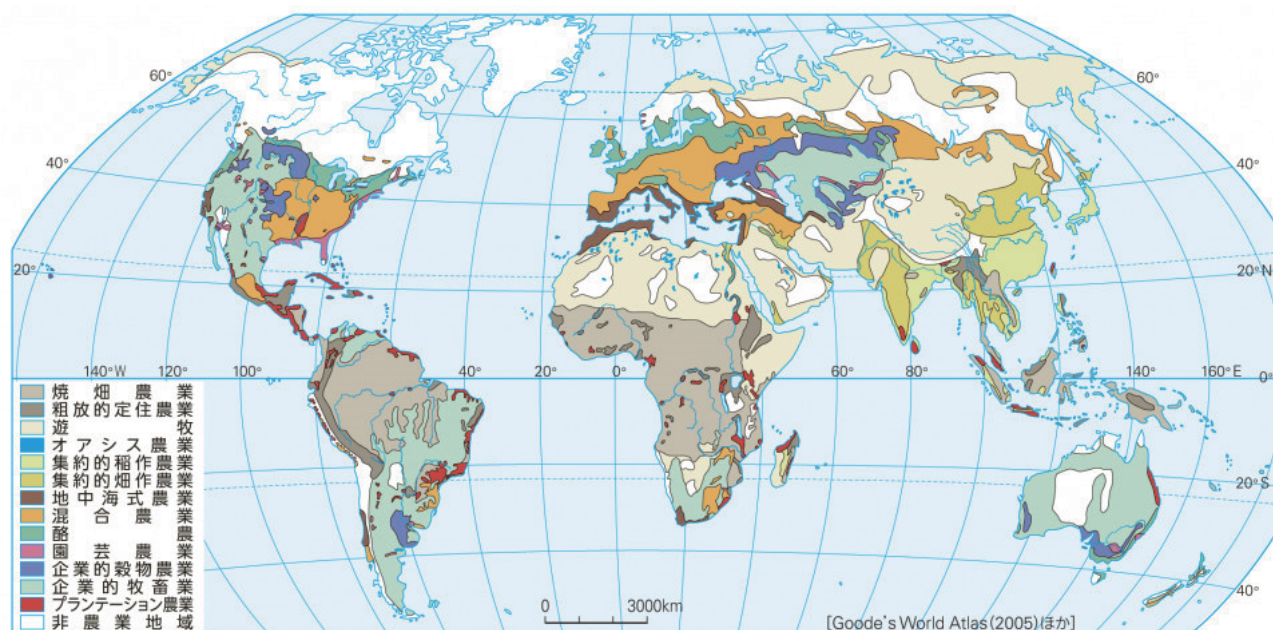


図2 世界の農業区分 (Whittlesey, 1936) (出典：山川&二宮 ICT ライブラリ)

施設を基準として13の大分類に分類されている。大航海時代から産業革命が始まる前と後、つまり近代以前と近代以降の世界の農業の大きな変化が見て取れる。ホイットルセーの農業区分では大航海時代を経て作物がそれぞれの起源地から異なる大陸へと運ばれ、それぞれの大陸で農業に図1とは異なる変化がみられる。大航海時代以前には見られなかった商業的農牧業や企業の農牧業など現在のグローバルフードシステムを支える形態の農業がすでに地図上に記され、それらは南北アメリカおよびアフリカの一部の地域が広がっている。

ここから大航海時代から現代へと続く西洋の世界進出と近代化の過程において図1から図2への変化がどのように起き、世界の農業と食がどのように変化していったのか整理し記述する。そして、その過程で誕生した近代的農業とそれを支える近代農学の成立背景やその特性と近代的農業の仕組みとリンクしながら発展してきたと考えられるグローバルフードシステム、アグロビジネスの成立過程について言及し、世界の食のシステムの現状と問題点について述べていく。

## 2. 近代的農業と近代農学が誕生した歴史的背景：ヨーロッパの近代化に伴う商業的農業および工学的農業の誕生と発展からグローバルフードシステムの成立まで

世界の農業の形態が大きく変化し始めたのは15世紀から始まる大航海時代からはいまる西洋の勃興と世界進出からである。エリック・ウィリアムズ(2020)は「資本主義と奴隷制」のなかで、近代という時代はヨーロッパの社会が持つ奴隷制という仕組みなしでは成立し得なかったのではないだろうか」と記している<sup>12)</sup>。500年前の大航海時代から徐々に形成され始めた熱帯地域を中心に展開された西洋諸国のプランテーションでの農業ではアフリカから送り込まれる奴隷の労働力を駆使し、工業の原材料となる綿花や天然ゴムだけでなく、都市の工場労働者の食を支えるコーヒーや紅茶、砂糖といった熱帯の農作物の生産が行われた。大航海時代からイギリスを中心としたヨーロッパの国々が帝国主義的価値観の元に世界を支配していく過程において農業と食がどのように変化していったのかその詳細と現在の食との関係までを中心に述べていき、その中で生まれてきた近代的農業の特性と問題点について言及する。

### 2.1. ヨーロッパの近代化の過程での食と農業の関係変化

#### 2.1.1. 大航海時代におけるプランテーションと奴隷貿易のはじまり

15世紀のヨーロッパでは強力な軍と財力をもった絶対王政の下で王や商人がコロンブスやバスコダガマなどの冒険家のパトロンとなり大航海時代がはじまった<sup>13) 14)</sup>。このころポルトガルやスペインといった国が先陣を切り、ヨーロッパ人による新大陸の発見が行われていった。スペイン人はポトシ銀山から膨大な銀を収奪し、富を蓄えたが、それを当時後進的であったイギリスは海賊にサーの称号を与えてこれを横取りした<sup>15)</sup>。こうしてイギリスに徐々に蓄えられた資金が産業革命につながっていくのだが<sup>16)</sup>、18世紀中ごろから始まる産業革命の前後にはヨーロッパにおいて都市化が急速に進行していき、それと並行して都市の労働者の食料を供給する農業も集約的な形態へと変わっていった<sup>17)</sup>。産業革命以降急速に都市人口の割合が高くなり、特に産業革命の中心地であったイギリスでは農民一人当たりの生産量が急速に増加した(図3)<sup>17)</sup>。一方、熱帯地域ではサトウキビ、ゴムをはじめとする熱帯作物のプランテーションによる集約的、かつ収奪的な農業が開始され、プランテーションでの集約的な作物栽培は工業の原材料とされただけでなく、ヨーロッパの都市の労働者の食も支えた。

#### 2.1.2. 産業革命と工業発展とともに進行する都市化とプランテーションの開発：マンチェスターとリバプールの棉産業の発展とアメリカ南部のプランテーションの展開

18世紀、それまでイスラム勢に押さえつけられていた西洋はやっと自力を付けて反撃に転じ、自国で安価に大量に生産した商品をイスラム商人たちが支配していた交易網を使い売り出した<sup>18)</sup>。その過程では、しばしば火器の力でイスラム商人を追い払い販路を広げていった<sup>18)</sup>。大量生産と軍事力の組み合わせが大成功を収めた。こうしてヨーロッパ人が販路を拡大していった時代が近代で、工業資本主義、帝国主義の確立の過程でもあった<sup>18)</sup>。

1775年はマンチェスターとリバプールとが現れた年である<sup>18)</sup>。前者は棉紡織専門の工場の街として、後者は前者のために原綿を陸揚げし、製品の棉布を積み出す港である。状況が整い、工場がフル回転すると、原綿が不足し始めた。こうした中でアメリカ南部の綿づくりが始まり、19世紀にはいると一気に生産が伸びた<sup>19)</sup>。マンチェスターは海から50キロほど内陸に位置

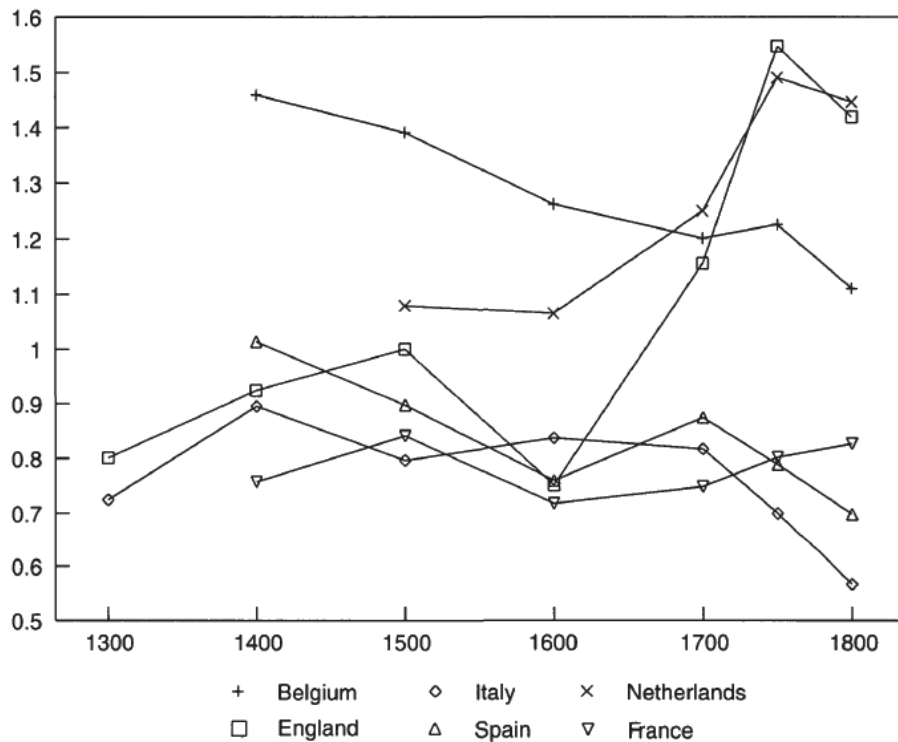


図3 1300～1800年までの農業における労働者一人当たりの生産量 (Vries, 2007)

し、織物工場がいくつも立ち並んでいた。1800年には60万人を超えていた。都市のスラムの住環境はひどく、子供が工場で機械に巻き込まれる事故も多発した<sup>20)</sup>。マンチェスター棉業が依存した原綿生産の供給地は西インド諸島で、三角貿易の拠点として最も価値のある植民地であった。リバプールには奴隷貿易の拠点があり<sup>20)</sup>、アフリカの西海岸に船を出して黒人奴隷を買い集め、それをアメリカのプランテーションにも売っていた<sup>21)</sup>。三角貿易では綿花のほかに鉄砲と酒を積んでアフリカに向かい、これらと黒人奴隷を交換した。1775年にリバプールとマンチェスターが生まれ、同年インドの棉工業が組織的に破壊され、インド自体がイギリスの棉市場にされてしまった<sup>20)</sup>。1830年になるとイギリス棉は東南アジア全域を支配するようになり、その後、中国が矛先となって、アヘン戦争が起こった<sup>22)</sup>。

同じころフランスでは1789年にフランス革命が勃発し、その後ナポレオンが台頭して、314の領邦国家が分立するモザイク国家であったドイツを制圧、1805年に統廃合した<sup>23)</sup>。混乱のさなかにあつて、ブルジョワ階級の金融貴族は鉄道や運河といった政府主導型の土木時事業にまつわる国債や利権に群がり、国家財政をほしいままにしていた。1830年から40年代にはフランスにも産業革命が波及した。このころのフランスでは農業人口は60パーセント以上で、近代工業国というイメージからは遠い状態にはあつたが、イギリスと

同様に都市で生活する労働者の生活環境は劣悪で、フランドルの中心都市の人口の半分を占める労働貧民は不衛生極まりない紡績工場で15時間働いたのち、さらに劣悪な環境が広がるスラム街で寝泊まりする生活を強いられていたという<sup>24)</sup>。

一方で、棉工業に成功して裕福になったイギリスはだんだんと贅沢をするようになり、飲茶の習慣を持つようになった<sup>25)</sup>。そして、中国から大量の茶葉を購入するようになったが、中国では工業製品の棉が売れず、アヘンをインドで作らせて中国にそれを輸出した<sup>20)</sup>。棉貿易とプランテーションを主導したマンチェスターとリバプールの商人たちはこうして、弱肉強食の時代を切り開いていった。19世紀の中ごろになるとアメリカの北部はリバプールやマンチェスターに匹敵する工業の中心になって、イギリスの工場の競争相手になった<sup>19)</sup>。19世紀になると棉プランテーションが導入された、南部にいた3分の1のほどの白人しか黒人奴隷を得てプランテーションを経営するには至らなかった<sup>19)</sup>。

## 2.2. ヨーロッパの産業革命と熱帯地域

欧米列強における産業革命の発展とプランテーション拡大の動きは、本国の社会に深刻な格差を拡大させただけでなく、工業製品あるいは産業の原材料の生産を担った熱帯の地域の環境と社会に深刻な影響を与えた。世界で最初に現れたプランテーションはブラジル

とカリブ海のサトウキビのプランテーションである<sup>23)</sup>。サトウキビの甘い汁の起源は約2500年前の東インドで始まったとされ、サンスクリットで書かれた古典「アルタシャストラ」では紀元前4世紀後半のものとしてされるがそこに砂糖についての記述がある<sup>25)</sup>。11世紀末に始まる十字軍の遠征によってヨーロッパの人々はイスラム教徒からサトウキビの栽培法や製糖法を吸収していった。アジア原産のサトウキビをイスラム商人が製糖技術とともに持ち込み、大規模に製糖を行っており、ポルトガルとスペインはこの砂糖づくりの技術を習得し、ポルトガルは早くから大西洋の島々でサトウキビを作っていた。15世紀にはマデイラ諸島やポルトサン島などを発見し、植民地化した<sup>24)</sup>。その後、これらの島々に砂糖のプランテーションが建設され、そこからポルトガルに砂糖が輸出されるようになった。その後、あまった砂糖は輸出にまわされて大きな利益を生み、さらに探検や砂糖プランテーションの建設が進むことになった<sup>25)</sup>。17世紀に入ってイギリス、フランス、オランダからの入植者が南北アメリカに砂糖プランテーションを建設し始め、ポルトガルの地位が後退していった<sup>22)</sup>。

プランテーションでの農業を担ったのは奴隷であった。南米のインカやアステカといった文明が滅ぼされ、カリブの島々を制圧された後、まずはインディアン奴隷を使った大西洋の島々に砂糖のプランテーションが開設されたが、絶え間ない争いとヨーロッパ人が持ち込んだ伝染病の流行が原因で先住民の80～90%が死亡し、製糖業はいったん衰退した<sup>25)</sup>。労働力の不足を補うために1640年になると大々的に黒人を投入するようになっており、毎日500人の黒人が到着していたという<sup>22)</sup>。18世紀のジャマイカではほんの一握りのプランターが土地と工場を持っていて、あとは大量の黒人からなっていた。プランターは誰一人キューバに骨をうずめようとする気はなく、カネを稼ぐために滞在していた。平均的なプランターは250ヘクタールの畑と250人の奴隷を持っていた<sup>22)</sup>。工場の作業は猛烈な熱と重労働で、多くの作業員は二年もすると使い物にならないほど体を壊したという。生活環境も劣悪で、食事の量も内容も十分ではなく、ジャマイカだけでも毎年6000人を補充しないと人口が減ってしまうと記述されている<sup>24)</sup><sup>22)</sup>。

カリブの島々に来ていた白人はほとんどがヨーロッパで借金のために生活ができなくなり、アメリカで一旗揚げようと考えている人であったため、現地を豊かにするなどということは全く考えず、財を成して本国

に帰ることしか考えていなかった<sup>24)</sup>。17世紀にサトウキビ栽培が始まると、原生林と岩山の島々には広大なプランテーションが開発され、一面サトウキビ畑になった。プランテーション会社は売れるものだけを栽培し、モノカルチャーの農業がひろがり、現地の食料でさえ、北アメリカなどから輸入しながらひたすらサトウキビを作り続けた。その結果地域の農業が一挙に変わり、そこに住む人間の構成も大きく変わった。かつてたくさん住んでいたカリベ族がほとんど消滅させられてしまい、それに代わって黒人の奴隷が人口のほとんどを占めるようになった。プランテーションの所有者はそれほど豊かでない白人に監督を任せようになり、カリブ海はほんの少数の白人監督と大量の黒人奴隷の社会になったという<sup>24)</sup>。

インドもヨーロッパ列強の世界進出により地域社会に深刻な影響を受けた地域である。元来資源の豊かな国で、人々は衣食に事欠くことはなかった。特に、木綿はインドを原産とする熱帯性または亜熱帯性植物で紀元前450年ヘロドトスがインド人は植物から衣服を作っていると記しており、古代から知られていた。インドの染織中でも更紗蟬の羽のように繊細で美しい織物であったという<sup>20)</sup>。17世紀半ば以降、インド綿布はイギリスインド会社の最大の輸入品になった。中国茶がイギリスの上流階級の間で歓迎されたのとはほぼ同じ17世紀末のことである<sup>20)</sup>。

インドの綿布は羊毛工業や絹工業の利害と抵触し、イギリスの国民経済を危機に陥れるものであった。そこで、1700年にインドキャラコの輸入が禁止され、それからのち120、30年のち、綿製品の流れはイギリスからインドへと逆流し、1830年にはインド棉業も全滅状態になった。かつて15万人の人口を擁して繁栄を誇っていたインド棉業の中心ダッカでは、人口が3、4万人に減少し、生活手段と生産手段を奪われた大量のインド農民や木綿織工たちの窮乏は歴史上類を見ない悲惨さで、木綿織工たちの白骨が平野を白くしたといわれるほどであった<sup>20)</sup>。イギリス政府は関税政策や軍事的・政治的圧力などあらゆる過酷な手段を動員してインド棉業の撲滅を図った。強制的に棉業を奪われたインドはイギリスに原綿を供給する原料生産国へ転換を余儀なくされた。インドはイギリスに従属する植民地として世界資本主義体制の中に組み込まれた。これが、イギリス・ブルジョワジーの主張する自由主義的国際分業の実態である<sup>20)</sup>。その結果かつて東洋文明の栄光を代表したインド棉業がほぼ潰滅の運命をたどっていた。1830年代、もう一つの東洋を代表とする中国

と中国茶が同じくイギリスが仕掛けたアヘン戦争によってインドと同じ運命を強いられた<sup>20)</sup>。

ヨーロッパの進出が地域社会ではなく地域の環境に深刻な影響が及んだのがマレー半島である。マレー半島の熱帯雨林の人の居住環境には向かない土地で、無人であった。周辺に小さな水上集落が作られていた。食料の多くは商人たちが持ってくる外部のものに頼っていた。森林産物がインドやアラブの国々に輸出されており、この型の土地利用が2000年余り続いていた<sup>26)</sup>。16世紀にポルトガル人が、続いてイギリス人が香辛料を求めてきていた。19世紀の末期は中国人がやってきてコショウなどの農園を開いた。いったん中国人がゴム園開設に成功し、儲かることが分かると、イギリス人がこの事業に殺到した。徹底して組織的にマレーのスルタンを事実上支配し、スルタンから多くの熱帯林を借入、イギリス本国で新聞広告を出してゴム園経営の希望者を募り、土地は成長で確保した。マレーにきたイギリス人は一人で数百ヘクタールの土地を手にし、ゴムの苗を植えた。伐開、火入れ、苗の植え付けはマレー人が行った。瞬く間に広大な森が破壊され、ゴム園に変えられた。1905年に4万エーカーであったが、一年後にはその3倍に、その後も急拡張続け、230万エーカーに広がった。マレー人たちは森から追い出され、不慣れた水田農業を強要された。イギリス人はこうしたマレー半島の熱帯雨林をゴム園に変え、20世紀の初頭に爆発的に生産が拡大され、自動車のタイヤとして使われた<sup>22)</sup>。ゴム生産を支えたのはインド人労働者で、自動車生産台数に比例してインド人労働者が増えた。経営面積は普通100ヘクタールから200ヘクタールである。そこに100家族から数百家族のインド人労働者を入れて、イギリス人は一人か2人で管理していた。ゴム園が成立してしまうと、イギリス人とインド人だけの世界になった<sup>22)</sup>。

このようにイギリスが弱肉強食を打ち出すと、他の国々もそれに従わざるをえず、軍備を拡張し、原料生産地と市場の獲得に狂奔することになった。こうなると、弱肉強食の競争の結果、プランテーションと棉工業というシステムの発明の成り行きの結果として戦争が起こることは必然で、1884～85年のヨーロッパの国々によるベルリン＝コンゴ会議においてアフリカの分割をはじめとする植民地の確保、その後、帝国主義的な植民地の争奪戦は第一次及び第二次世界大戦の開戦にまでつながっていった<sup>18)</sup>。

### 2.3. 都市労働者と食及び食品産業の発展

食品産業は工業とそれに伴う都市の発展とともに発展していった。19世紀初頭、世界人口が10億人台に達したとき、ヨーロッパでの人口増加、軍事活動の活発化、工業の発展、農産物の生産性向上などにより、大量の人々が都市部へと移住し、都市で生活する労働者は外食を強いられた<sup>26)</sup>。そのため、食糧を事前に調理し、調理済みの食糧を貯蔵するための手段を開発する必要が生じた。一方で、農村部を離れた人々の食糧事情は悪化し、農業の生産性向上のために農村部の汚染は加速した<sup>27)</sup>。限られた時間に短時間でカロリー補給ができるチョコレートは工場労働者にとって欠かせないものとなっていたが、チョコレートの生産が工業化されたのは19世紀にはいつてからであった<sup>28)</sup>。1820年にオランダのバンホーテン社が粉末チョコレートの特許をとり、ココアの製造を始め、1847年にはイギリスのフライ社がカカオにココアバターと砂糖を入れて固形チョコレートを作り、1875年にネスル社が粉ミルクを混ぜてミルク・チョコレートを完成させた<sup>29)</sup>。こうして工業的に製造された最初の食品が登場した。

砂糖やチョコレート、紅茶といった熱帯由来の農産物を原料とする食品はプランテーションで大量に生産され以前はヨーロッパの人々にとっては高級品で、薬として利用される程度であった。しかし、奴隷を使って熱帯のプランテーションで大量に生産されるようになり、それぞれの農産物が本国に多く流入するようになると、次第に身分の高い人たちが消費する贅沢品から次第に労働者まで消費する一般的な消費財になっていった<sup>30)</sup>。イギリスの例をとると、17世紀後半にロンドンをはじめとするイギリスの都市でコーヒーハウスが流行し、貴族やジェントルマンの社交の場となり、紅茶が普及し始めた。そのころ茶や砂糖は高級品でそれを消費するのはお金を持っている人のステータスシンボルとなっていた。豊かになった貿易商人たちは財力を誇るために贅沢をほしいままするようになっていたが、紅茶に砂糖を入れだしたのはその上の社会層にあたる貴族やジェントルマンと呼ばれるたちが自分たちの体面を保つために、贅沢の極みとして高価な紅茶に高価な砂糖を入れてとして飲み始めたことによるという<sup>24)</sup>。17世紀の中盤以降これが中流、さらに労働階級にまで広がり、国民的飲料となった。

1705年にカフェのギルドでは販売可能な品目が増えていき、菓子やパンとならんでカカオやバニラを用いた菓子が登場するようになる。需要の拡大に伴ってカトリック諸国ではカカオ加工を専門とする職人のギル

ドが結成され、カカオをすりつぶすことを生業にした職人が誕生した<sup>29)</sup>。チョコレートの工業的加工技術を発展させていったのは、オランダやイギリスなど北西ヨーロッパの国々であった。18 - 19 世紀オランダ本国に入荷するカカオ量は増加し、市民向けにココアを提供するコーヒーハウスやカフェが増えた<sup>30)</sup>。1850 年にアムステルダムの郊外で蒸気機関を使ってカカオを加工し、近代的工場の中でのチョコレートの生産が開始された<sup>29)</sup>。

このように、アメリカやヨーロッパの国々で工業の発展と都市の発展に伴って都市の住民の食を安定して供給するための食品産業やそれに付随する食品の加工技術が、開発されていった。その一方では奴隷がアフリカからアメリカやカリブ海に運ばれ、プランターと呼ばれるプランテーションに運ばれ酷使され、砂糖やカカオなどの食品加工の材料が生産されていた。食品の加工業者や消費者は原材料がどのような状況で生産されたものかについては考えが及ばず、カカオギルドの職人は質の良いチョコレートの生産に懸命に取り組み、消費者はそれを喜んで消費するという状況が生まれていった。19 世紀初めごろには砂糖入り紅茶をベースとするイギリス風朝食は即効性のカロリー源として時間の管理が必要な工場労働者の間で広まった。仕事の合間の小休憩に手軽にとれるチョコレートや紅茶は産業革命のイギリス都市労働者のシンボルにもなっていた<sup>24) 29)</sup>。こうしてイギリスでは本国で全く栽培できない紅茶や砂糖が労働者階級にまで広がり、ブリティッシュティーとよばれる国民的な飲み物として定着した。こうして生産が遠隔地で行われ、原材料が輸入、加工され、主に都市で生活する人々によって消費されるという食のシステムが出来上がった。

#### 2.4. 世界規模でのフードシステムの発展：工学的農業の発展とアグロビジネスの発展

後述するが、作物を工業的に生産するための技術も急速に発展していった。この背景には農村人口の減少が関係している。イギリスでは穀物に関する世論が地主や農業経営者を保護する立場から都市の労働者を保護する方向へと急速に傾いていった。それまでは穀物の値段が下がりすぎると地主などが困るので、下がりすぎない政策が執られていたが、18 世紀末から産業革命が起き都市労働者が増えると、彼らの賃金を低くしておきたい工場の経営者は穀物法によって穀物の輸入を制限するなど消費者保護の政策に転換された<sup>24)</sup>。イギリスは穀物を東ヨーロッパやアメリカ合衆国、南ア

メリカからどんどん輸入するようになり、その結果、20 世紀になると農業人口は数パーセントといところまで低下した<sup>24)</sup>。

1913 年、ドイツの化学者フリッツ・ハーバーとカール・ボッシュが開発したハーバー・ボッシュ法により、空気中の窒素を固定できるようになり、それが、窒素肥料の大量生産につながり<sup>31)</sup>、世界中の農業は次第に様変わりし始めた<sup>32)</sup>。19 世紀の中頃から肥料としてリン酸が利用されるようになった<sup>32)</sup>。ヨーロッパでは、これらの化学肥料のおかげで、穀物の生産量だけでなく消費量も増加し、1835 年の 80 キログラムから 1905 年には 2 倍の 160 キログラムになった<sup>28)</sup>。1944 年にアメリカのノーマン・ボーローグは病気に強く収量の高いコムギ品種の開発に取り組んだ<sup>33)</sup>。メキシコにおいて開発された品種はいくつかの村で試験的に栽培された「緑の革命」は少なくとも 20 年間は大量増産という大成功を取めた。これらのイノベーションにより、1960 年～2018 年にかけて世界の年間生産量はコムギとコメでは 3 倍、トウモロコシは 5 倍に増加し<sup>34)</sup>、砂糖の生産量は 1900 年の 900 万トンが 2017 年の 1 億 8500 万トンになった<sup>28)</sup>。1973 年遺伝子組み換え作物が初めて作られ、1983 年、遺伝子を組み替えることにより、抗生物質のカナマイシン、次に害虫、さらには農業に耐性を持つたばこの苗木が作られた。大豆やトウモロコシなどの植物にも応用された。1994 年、アメリカでは遺伝子組み換えトマトが商品化された。1996 年、モンサント社は強力な除草剤グリホサートに耐性のある遺伝子組み換え大豆を開発し、人類史上初めてのこととしてこれらの遺伝子組み換え作物の種子には特許が認められた<sup>28)</sup>。

こうした農業技術の開発に大きく貢献してきたのが近代科学の思想を根底に持つ近代農学である。近代的農業は専門化ないしは単作化（特定の作物への特化）、連作化（同じ耕作地への同一作物の連続作付）、化学化（化学肥料と農薬の多用）、機械化、施設化（灌漑施設、温室など）といった、いわゆる農業の工業化によって、単収増大、大規模化、大量生産、労働生産性の向上を成し遂げることで、周年供給を可能にした<sup>35)</sup>。一人当たりの平均摂取カロリーは 1960 年から 2019 年にかけて 2190 カロリーから 2870 カロリーに増加し、先進国では 1840 年代には 2000 カロリーであったものが現在では 3330 キロカロリー程度になった<sup>28)</sup>。市場原理に基づいて食料が分配されるグローバルフードシステムの仕組みの元では地球規模での食料の偏在が生まれており、先進国を中心に肥満で食事と関連したガン、心

血管疾患、糖尿病などに病んでいる人々が存在し、生産や流通及び消費の過程では33%の農産物が有効に利用されず廃棄され<sup>36)</sup>、穀物の40%が家畜の飼料となっている<sup>37)</sup>。一方で、慢性的な食料不足の状態に置かれている人々が途上国と呼ばれる国々を中心に存在する<sup>37) 38)</sup>。

### 3. 近代化に伴う地球規模の生産性追求型の農業と農産物流通の発展及びその功罪

大航海時代以降ヨーロッパの人々によって熱帯の地域にプランテーションが建設され、奴隷を使っての大規模な砂糖や紅茶、カカオ等の農作物の商業的な集約的栽培が開始された。その後、産業革命を経て、先進国における工業の発展と都市の発展に伴って、綿や天然ゴムなどの工業製品の原材料や砂糖、コーヒー、紅茶、チョコレートなど欧米において労働者にまで消費が広がった熱帯の農作物の栽培地を確保するために列強による植民地の争奪戦がおこり、それが先の第一次及び第二次世界大戦にまでつながっていった。この間、世界規模で食品の生産と流通、加工、販売を担う産業が発展していった結果、消費者は自らが消費する食べ物がどこで誰によってどのように生産されたのか把握しにくい構造ができた。その結果、我々は無意識のうちに特に南に広がる途上国と呼ばれる国々に暮らす第一次産業に携わる人たち、あるいはその加工に携わる人たちの暮らしや地域の環境、経済的利益を犠牲にしつつ豊かな食生活を甘受するようになったといっている<sup>39)</sup>。

アメリカでは1865年、ブラジルでは1888年に奴隷制が廃止され、南北アメリカにおける奴隷制は終わりを告げたが、世界を見渡せば現在でも奴隷は存在しているといえる<sup>39)</sup>。「グローバル経済と現代奴隷制」では、現在の奴隷制を新奴隷制と呼び、旧奴隷制における伝統的な意味における「人間所有」と区別し、完全なる人間支配であるとしている<sup>39)</sup>。アメリカ合衆国やヨーロッパ、日本などの先進国、あるいは世界のどの国にも奴隷は存在する。人間は金もうけのために完璧な使いすての道具と化しており、新奴隷制で使役される労働で最も多いのは農作業であるという<sup>39)</sup>。世界に存在する奴隷の数は少なく見積もっても2700万人であり、このうち、1500万～20000万人、インド、パキスタン、バングラディッシュ、ネパールの債務奴隷であるという<sup>39)</sup>。そのほかには東南アジア、北・西アフリカ、南アメリカの諸地域に集中しているが、巨大なグローバル企業が発展途上国に設けた子会社を通じて、高い利益を上げるために奴隷労働を利用している。人を奴隷

化する基準は、人種や民族、肌の色ではなく、だまされやすさ、窮乏に付け込んでいるのであるとしている<sup>21)</sup>。

#### 3.1. 近代的農業・近代農学の成立の歴史的背景とその特徴

ヨーロッパ列強が植民地に原材料の確保あるいは嗜好品の調達のため奴隷を使役してプランテーションで農産物を生産し始め、商業的で集約的な農業が世界の中で展開し始めた。そうした動きが世界規模での食料や工業製品の原材料をはじめとした農産物の流通を生み、農産物を大量に生産するための土地や資源を求めて帝国主義的な国家運営が世界大戦を引き起こすきっかけにもなっていった。しかし、資本主義的な仕組みの中で、搾取の構造は現在でも依然として残っており、資本主義の最下流に位置する一次産品を生産する途上国の農民は現在でも奴隷のような労働と貧しい暮らしを強いられている<sup>40) 41) 42)</sup>。上層に位置するグローバル企業や政治とむすびついた個人の農場主は大規模な農場を所有し巨万の富を有する現状がある<sup>43)</sup>。都市住民は食料が生産される場所や状況、環境、過酷な労働を強いられている労働者の存在などを認識・配慮することなく、価格や見た目、味などを基準に食品を選択し、消費する構造ができ上がっている<sup>44) 45)</sup>。生産や加工、販売が複雑に分業され、消費と生産の距離が遠いことで消費者が自らの消費行動の影響を意識しにくく、その結果生産現場の環境や生産に携わる人々の存在を犠牲にしても気づかない。

一方、産業革命を契機に都市労働者を中心として都市人口が急激に高くなった。5000年ほど前に都市が誕生して以来、都市の人口の割合は低いままで推移したが、18世紀後半、産業革命が本格的に始まって以降、都市人口の割合は一気に増加し、2000年には50%近くにまで伸びていた<sup>46)</sup>。このように、先進国が産業化を推進し始めて以降、農業も商業的で集約的な形態へと転換が迫られ、工業の原材料としての綿花や天然ゴム、あるいは先進国を中心とした都市生活者の食糧として小麦や大豆、トウモロコシの大規模栽培に加、サトウキビや油ヤシ、バナナやパイナップル等々のプランテーションが拡大していった。利益を重視する商業的農業はより効率的に対象とする作物を栽培するために高投入、高生産性ではある反面、環境に対して負荷をかけ、収奪的にならざるをえない<sup>47)</sup>。近代農業の技術開発の方向性はまさにこのように上述した時代の流れとともに発展し、近代農学はその要求にこたえてきたといえる。



### 3.2. 近代的農業の特徴と問題点：ヴァンダナ・シバの指摘から環境問題と近代的農業

ヴァンダナ・シバは30年前にすでに近代的農業において用いられる「生産性」という言葉に含まれる本質的な危険性を鋭く指摘した<sup>48)</sup>。この「生産性」という言葉は農産物の商品となる部分の効率的な増産に対して使われ、収益を増やす目的で様々な管理や技術が科学的に施されるが、その過程において経済的に価値のない生物はその存在を無視されるか雑草あるいは害虫として駆除される<sup>48)</sup>。近代的農業の特性をわかりやすく説明するために日本の水田を例にとって『生産性』という言葉の説明を試みる。

日本の水田の生態系には本来なら動物及び植物等の

生物が、昆虫3173種類、蜘蛛・ダニ類は141種類、両生類59種類、魚介類188種類、甲殻類44種類、鳥類でも173種類と非常に多くの生物が息しとり、合計で6147種生存しているという<sup>49)</sup>。図4は水田の生態系の模式図である<sup>50)</sup>。イネを中心にイネを採食する虫やイネに感染し病気を引き起こす菌類、また、種子等をたべる動物として第一次消費者に分類される生物は近代的農業では農薬あるいは殺虫剤等で駆除し、イネの可食部分であるコメの生産量の増大が徹底して図られ作物は増収に適したものが選抜され管理しやすいように単作を基本とした作付けが行われる。商品の増産を図る過程で生態系の他の動物や植物を排除し収益の追求を図ってきた。生態系全体を考えると水田周辺で

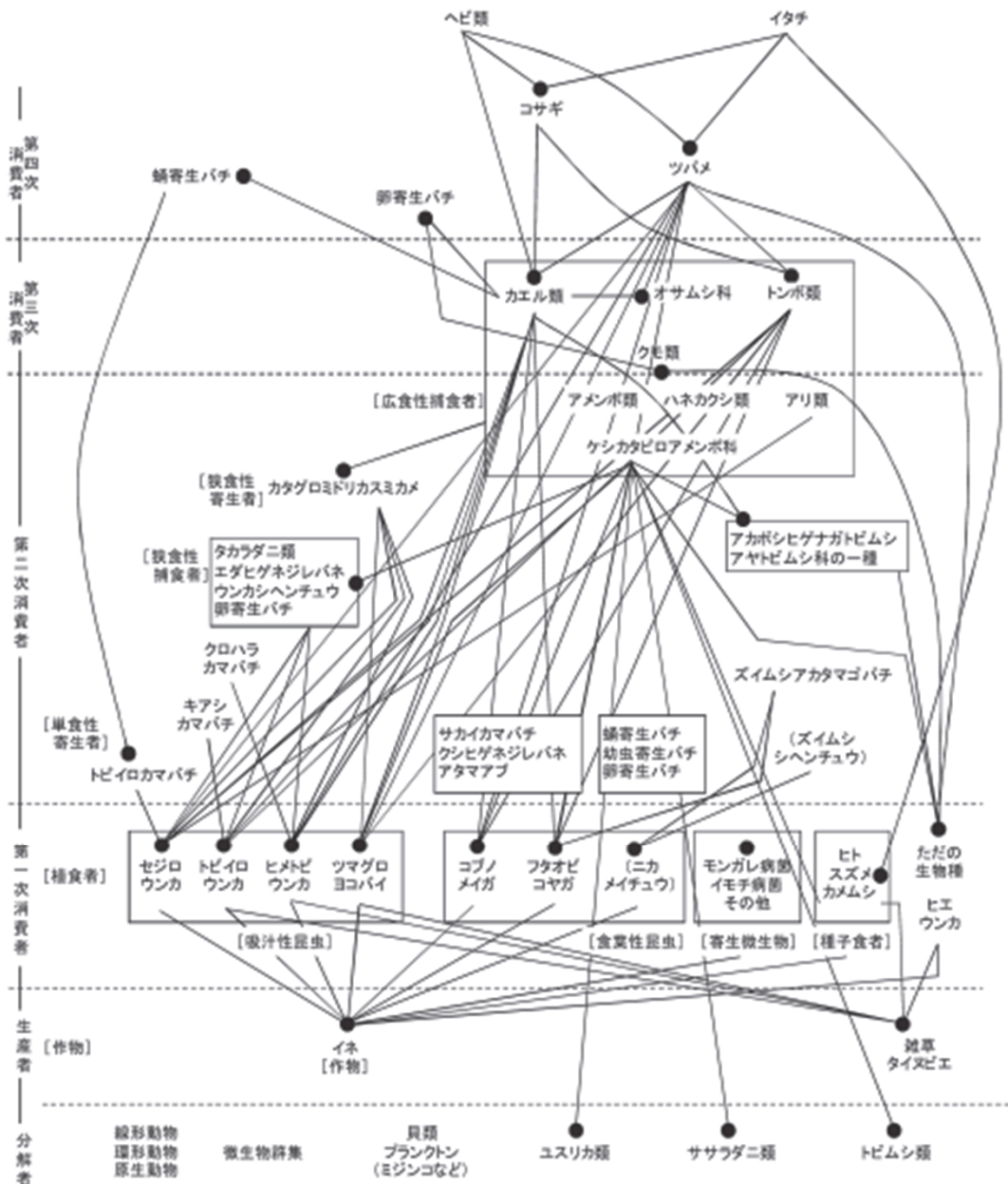


図4 水田におけるイネを中心とした食物網 (日鷹 2012)

イネに害をなす第一次消費者に分類される動物がいなくなれば、それを捕食する第二次消費者、第三次、第四次の消費者は水田の生態系での生存が難しくなる。

### 3.3. 人類の生活と食糧生産のための星と化した地球の現状

このように経済的利益を追求し、自然環境の中で人間に必要な生物のみの増産を目指す工業的農業（近代的農業）の本質をシヴァ（2003）は「精神のモノカルチャー」と呼び痛烈に批判したが、まさに地球全体でそうした現象が進行している状態にある<sup>48)</sup>。地球上の哺乳類のうち最もバイオマスが多いのは家畜で、野生哺乳類はこの40年間で6分の1にまで縮小し、家禽類も野生鳥類のすべての種類をあわせた量の3倍に至っている<sup>51)</sup>。地球上の土地の30%が家畜の放牧に利用され<sup>52)</sup>、家畜が吐き出す畜産業由来の温室効果ガスは全発生量の10-12%に相当する<sup>53)</sup>。さらに工業的農業（近代的農業）で使用される農薬も大きな要因となって食物連鎖の基底に位置する昆虫の数が激減しており<sup>54)</sup>、農業の基盤となる土壌の流亡や劣化も深刻な状態にある<sup>55)</sup>。やせ土が肥沃になるには何世紀もかかるが、そもそも土自体がなくなりつつあり、毎年750億トンが消滅しているという。アメリカでは、自然の補充作用の10倍の速さで表土喪失が進んでいる。中国とインドはそれぞれ30倍、40倍だという。また、世界自然保護基金のデータによると、この40年間で世界の脊椎動物の半分以上が絶滅し、ドイツの自然保護区の調査では、飛翔昆虫の数は25年間で75パーセント減少したという。脊椎動物の中の鳥類・哺乳類については、現在では、家畜が最も多く、ヒトが何とこれに次いでおり、この両者が野生鳥類や野生哺乳類を大きく上回っている。Bar-On（2018）らによれば、「野生哺乳類は6分の1にまで縮小し、その間、家禽類は野生鳥類のすべての種類をあわせた量の3倍に至った<sup>51)</sup>。また、植物の全バイオマスは人類文明以前以前のちょうど半分にまで落ちている<sup>51)</sup>」。このように世界規模で持続不可能な農業の軌道修正が求められはじめ、農薬による生物への影響や肥料の多使用による富栄養化や流出などの問題が指摘され、環境に負荷をかけない持続的な農業の実現が訴えられはじめた。

アフリカよりも早く近代化の波に乗りはじめた東南アジアにおいては日本企業も含む多国籍企業はアジアでの農業の資本主義化を進めており、小農が中核をなす農村は農民との間で契約を結んで農産物や食料農産物を生産させている。こういう契約栽培以外にも大規

模の土地・農地を借りあげ大量の労働力を雇用する資本主義的経営、つまりプランテーションもあり、いずれにせよ現在もまた世界市場に売るために組織された資本主義的農業が大きく復興し始めている<sup>56)</sup><sup>57)</sup>。インドネシアやボルネオ島はかつてうっそうとした熱帯雨林に覆われ貴重な動植物の生存圏であった。しかしながら、現在その森の多くは開発され、木材や紙の原料として輸出されたり、アブラヤシやゴムをはじめとする熱帯の作物の栽培のために利用されたりしている状態にある<sup>58)</sup>。

アブラヤシ農園の問題を扱った研究においては、アブラヤシ栽培で利益を得ている主体は様々でアクターは小農から大規模プランテーション、国営農場など多様で、森林開発の動機や土地の所有の形態、置かれている立場も様々で構造は複雑ではある。しかし、大きな枠組みとして多国籍企業がグローバル規模の食品を含む物流を担い、先進国の消費者は無自覚に熱帯雨林の破壊に加担し、立場の弱い生産者や労働者は搾取される構造が厳然として存在する<sup>59)</sup>。そして、個々の主体がそれぞれの利益を追求し資本主義のルールに基づいて行う行動の積み重ねが熱帯雨林の減少や生物多様性の減少等につながっている。前近代的な資本主義社会と比較して資本主義が極めて深刻な環境危機を起こすようになってきているのには、単に生産力が飛躍的に増大したという理由だけでなく、むしろ人間と自然の物質代謝を媒介とする労働が質的に変容していることが重要である。資本主義社会の中では人間と自然の関係の変容は労働過程が資本によって媒介され、形式的・実質的に包摂されることで進行し、両者の間に分離が生じ、労働過程が「賃労働と資本の関係」へと転化し、人間と自然の物質代謝が「分離」を基礎としてしか生じない状態になってしまうからである<sup>4)</sup>。

## 4. 日本の社会と農業の変遷：日本の近代化と農村・農業・食の変化を中心に

ここからは今後の日本の農業や農業を支える農学の在り方を考察するために日本に目を移し、日本における古代から昭和にかけての日本が近代化する以前の農業の変遷と近代化によって農村や食がどのように変化し、農業とその発展に寄与してきた農学の技術がどういった性質を持っているのかについて整理する。現在、農業就業人口は総人口の5%の未滿、食糧自給率は4割にまで減少している。日本の食はグローバルフードシステムにしっかりと組み込まれ、他の国々で生産される農産物に頼った食の構造が出来上がっている状態

にある。一方、現在ヨーロッパやアメリカなど先に工業化を達成した欧米を中心とする先進国と呼ばれる国々は日本など東アジアの国々を除き、穀物を中心とした農産物の輸出国にもなり、逆にアフリカなど多くの国と地域に食料を輸出している。野田（2020）は西洋と比較すると遅れて近代化を歩みはじめた日本を中進国と位置づけ、遅れて近代化の道を歩んだことが今の日本の農業や食の問題につながっていると指摘している<sup>60)</sup>。

農水省が打ち出した「みどりの食料システム戦略」に対して持続可能な食糧システムの実現に向けた技術革新の重要性を訴え、日本の後発性が現在の日本における農業と食に関わる諸問題にどのようにつながっているのか、また、日本の農業や農村がどのような特徴を持ち、どう変化したのか、また、現在の状況はどうであるのか、日本の農業の変遷と近代化以降の日本の農業と農村の現状について視点を移し今後の農学のあり方を考察していく。

#### 4.1. 原始から近代までの稲作を中心とした農業と社会の変遷

まず、佐々木（1998）によって整理された日本の農耕の起源について岡正雄（1949）の日本文化の形成めぐる仮説に着目してみる<sup>61) 62)</sup>。表1に示したように5

つが日本文化を構成しているとしている<sup>61)</sup>。これを見ると、異なる農耕文化と社会及び言語を持った人々が異なる時期に日本列島に訪れ、現在に通じる日本の社会と農業の基盤を形成していったことがわかる。4番目の波で水稲稲作の文化が持ち込まれ、弥生時代を作り、その後天皇につながる人々が朝鮮半島を通じてわたってきたとある<sup>61)</sup>。

日本の農業の歴史の変遷についてまとめられた木村（2011）の著では、弥生時代から江戸時代の近世といわれる時代に至るまで日本の農業は稲作中心に展開してきたと解釈できるような記述をしている<sup>63)</sup>。それぞれの時代の政体によって開田や治水が施され、それに伴って稲作も集約的なものへと変化していった。法令等によっても土地へのインセンティブが変動したが、それぞれの時代に特徴的な変化を木村（2011）の書著を基に表2にまとめ示した<sup>63)</sup>。弥生時代では雑穀とともに稲が栽培されていたが、古墳時代には畠作に並行して稲作が定着しており、奈良時代にはすでに早生、中生、晩稲の三種類の稲が存在し、朝廷によって狩猟や労働力の分配が行われていた。中世では大開墾が行われ、2毛作も行われるようになった。稲の後に植えられるムギに関しては租税がかけられなかったという。また、このころ農書が書かれるようになり、それまでの呪術的なものから科学的な農業技術の発展を期

表1 岡正雄の日本民族文化の源流と日本の国家形成

	渡来時期と農業及び文化的特徴
①母系的秘密結社的・芋栽培＝狩猟民文化	タロイモ・ヤム芋などの芋類を栽培する原始的農耕を伴う狩猟採集民の文化：オーストロネシアの文化に類似した特徴を持ち、縄文中期以降にわが国に及んだ。
②母系的・陸稲栽培＝狩猟民文化	縄文末期に渡来した。斜面の焼き畑で陸稲栽培を行った。東南アジアの稲作文化に関係の深い。イザナギ・イザナミの婚姻神話などわが国の神話と同系のものが華南から東南アジアの山地焼き畑民の間広く分布している。言語的にはおそらくオーストロネシア語系の言語を話し、太陽神アマテラスの崇拝、家族的村落共同体的なシャマニズム、史観的女尊の存在などがこの文化の特徴であった。
③父系的〔ハラ〕氏族的・畑作＝狩猟・飼畜民文化	弥生時代の初期、中国東北部や朝鮮半島方面からのツングース系の種族文化の流入により構成された。アワ・キビなどの雑穀類の焼き畑農耕を営む傍ら狩猟も行っていたが、同時にこの種族文化は南朝鮮や日本列島において急速に稲作を受容していた。
④男性的・年齢階梯的・水稲栽培＝漁労民文化	弥生文化を構成する重要な文化。水稲稲作を行うと同時に沿岸漁業に従事し、板張り船、進んだ漁労技術をもたらした。社会組織としては関東から西南日本の沿岸や日本海沿岸の漁村に見られる年齢階梯制はこの種族文化に特有であった。双系制的な社会構成原理、世代別居に関する習慣や若者宿、娘宿、産屋、月経小屋などを作る観光もこの文化に特有で、華南、東南アジアの一部に分布する短形石斧、抉り石斧などもこの文化に伴ったものである。
⑤父権的・〔ウジ〕氏族的・支配者文化	朝鮮を経由して日本列島に渡来したのが天皇氏族を中心とし、日本に国家的支配体制を持ち込んだ、父系的・支配者文化である。天神崇拝、祖先崇拝、職業的シャマニズムをなどの特色を有する。

（出典：佐々木（2009））

表2 弥生時代から中世までの日本の農業の変遷

時代区分	
弥生時代	稲の密度が圧倒的に多いが、あわや陸稲まで多様な雑穀種子が発見されていることから、アワ・ヒエ、ムギ（コムギ・オオムギを含む）、マメ（アズキ・ダイズ）の多さは律令制以降の雑穀の種類を共通しており、基本的な畑作の体系がすでに出来上がっていたと評価することが可能。
弥生時代から古墳時代	6世紀後半から7世紀の初めごろに国家権力によって水田の面積が拡大されるが、弥生時代から古墳時代にかけての水田一区画の面積は時代が下がるほど小さくなり、その面積が拡大するのは奈良時代から平安時代の初期にかけて。水田稲作が列島に伝播した後、それまでの畠作と調和しながら一定の定着を見た。
古代	水田耕作の状況は安定的ではなく、斑田の実施も容易ではなかった。律令国家の根幹的な制度である斑田の収受の制が易田や陸田を含み成立していた。墾田の開発は空閑地において国司の身に認められており、国司交代の日には還公すべき田地であった。律令国家が本格的に開始されるにあたって、一般庶民の生活を安定させるための当面の課題としていたのは、稲作ではなく、雑穀を中心とした畑作物の奨励であった。
奈良時代	水田の開発も着手され、新たに溝地を造って開墾した場合には三代、元の溝地を修復して開墾した場合には一身に限り私有を認める墾田永年私財法が発布された。また、雑穀として粟が奨励された。723年には大小麦の栽培を奨励した。839年にはムギに加えてマメ、ゴマ、ムギなどの栽培が奨励されるようになった。コメに関しては早・中・晩の三種類が奈良時代には成立していた。内膳司の農業経営では播種量を決め労働力を配分し、さらに施肥の量までは買って25種類の作物が栽培されており、日本の伝統的な箱庭農法の原型が確立されていたと推定されている。
中世	大開墾の時代であった。中世の社会の根幹を形作っていた御家人は開発領主であり、私領を領有していた。12世紀の中頃をピークとして荘園が最高に増大した。農民自身も河川敷などの自然を対象に開墾の手を入れ、田畠や栗林、桑畑、島畑などの造成に努力がなされた。領主による大規模開発と農民層による小規模開発の二重構造によって展開された。また、農民層の努力による延長線上に二毛作の成立がある。稲の後にムギを撒き、これに対して地頭が税を賦課してはならないという鎌倉幕府の追加法420条がある(1264年)。小規模開発はため池の築造によって支えられていた。また、商品経済が浸透し、畠作の進展につながっていった。土豪によって用水が管理された。 日本独自の農書が記され、それによって近世になって農業技術の普及が図られるようになったという。中世の農業技術は呪術的な性格を帯びており、技術の蓄積は困難であったというが、近世の農業は呪術的性格を完全に克服し得たわけではないが、すでに経験科学的な農業技術の発展を期待できるものとなっていたという(木村2010)。
戦国末から近世	河川の氾濫原、沖積平野の開発が急速に勢いを増した。この時期には戦国大名の開発伝承も含め、全国各地の名だたる大河川の改修工事がなされた。 日本の前近代の耕作面積について室町時代中期(1450年ごろ)に約95万町歩、17世紀初頭(1600年ごろ)に164万町歩、18世紀初頭(1720年)に297万町歩、19世紀後半(明治元年)と増加していったとみる研究がある。室町時代中期から18世紀初期までの間に耕作面積が3倍も増えた。前近代の人口増加率は耕作面積の増加と歩調を合わせて急成長を遂げた。近世中庸の人口は1000~1200万人ほどと見積もられているが、1721年には2607万人と120年間に3倍もの急増を遂げた。 日本を代表する農書である農業全書は1697年に刊行され、その中では家族労働力や地力を見極め、その規模に比べて若干少なめの田畑を耕作することが肝要だと述べている。 家族労働の限度に応じた田畑を周密に管理する農業の方が収穫が増え、大きな利得が得られると考えていた。百姓家は有限かつ貴重な資源である家族労働をフルに生かして最大限の成果を得ようとした。元禄~享保期(1688~1736)にはそれまで奉公人を雇って営まれていた地主の大手作経営が小百姓家族に小作を委ねる小作経営に急速に転換している。主体経営権を持つ小作人が暮らしの向上のために家族で農耕に励むことで結果的に地主の小作料収入も安定したのが理由であった。
近世中期以降	集約的農法は金肥の利用の広がりによって支えられた。もともと自給肥料であった灰は中世以降には百姓に購入されることが多くなった。海岸地方で生産される干鰯・メ粕(油を搾った後の鰯)などの魚肥、菜種や荏から油を搾った後の油粕も金肥としての需要が高かった。金肥の肥料に伴い、肥料に強い稲種の選択と農法の開発も行われた。金肥の効果は深い耕土で発揮されるために鋤による深耕が不可欠となった。さらに金肥の施与によって地味が肥え、二毛作を容易にする土壌条件も整っていた。 1661年から81年には幕領主の年貢徴収が後退し、百姓が自らの手元による多くの富を蓄積できるようになり、努力次第で富を増やせつという条件が生産力向上に向けた工夫の動機づけになった。③商品作物生産の発展。元禄期以降、都市と農村の社会分業が進展し、畑作物の商品化が進んだ。④読み書き算盤に象徴される百姓の教育水準の向上。⑤イエの永続性を願う手段。利用可能な資源の量に限界が見え始める中で、村内資源の利用権を持つ百姓株が固定化され、百姓の家が成立した。戸主はイネの繁栄と永続の追求に責任を果たした。

出典：(木村(2011)日本農業史を基に山根作成)

待できるような内容に発展していった<sup>63)</sup>。

戦国時代には戦国大名による治水事業が行われ、水田が拡張され、人口が増えた。1697年に発刊された農書では家族労働や資力を見極め十分な管理ができる規模の水田の耕作を進めている。また、江戸時代の中期では肥料の使用が盛んになり、施肥に耐える品種の選抜や粗植を行い、中耕、除草を周到に繰り返すなどの栽培上の工夫がなされるようになり、集約的な日本の農業が形成された<sup>63)</sup>。

#### 4.2. 高度経済成長期以前の日本の農村と農業の概要：

##### 明治から戦前まで

前述した木村の著書によると日本の農業は稲作中心に展開されていたように読める。しかし、先ほど言及した岡正雄の報告(1949)を基にした佐々木の報告(2009)では稲作以外の農耕が稲作以前に日本に伝わり(表1)<sup>64)</sup>、焼き畑を中心に稲作以外の形態の農耕も広く営まれていたという<sup>64)</sup>。佐々木らの緻密なフィールドワークからは山間地を中心に焼き畑が広く分布し、稲作以外の農業が営まれていたことがわかる。日本列島にもかつて焼き畑が広く分布し、森林を伐採・火入れしアワをはじめ雑穀類やイモ類を主作物とするアジア大陸の照葉樹林帯のそれをよく似た焼畑農耕が営まれていた。昭和11年(1936年)の農林諸山林局の調査によると、全国に7万町歩(ヘクタール)の焼き畑があり、前後の調査でも1950年でも全国に9600町歩の焼き畑が11万戸の農家によって営まれていた<sup>61)</sup>。明治では焼き畑の面積は10万町歩をはるかに超え、九州山地、四国山地、北陸の日高山地、東北の奥羽山地や北上山地などに分布し、これらの地域の山村の人々の生活を支える最も重要な食料生産の手段であった。東アジアのカシ・シイ・クスなどの照葉樹を主体とする森林帯があり、西南日本から華南、華中、インドシナ北部の山地をへてヒマラヤの中央部にまで続いている。温帯の照葉樹林帯地域では自然の恵みが少ないだけにそこでの農耕文化は熱帯よりも高度な技術がなければ成立しない。それゆえ、西方から伝播してきた高級な農耕をよく吸収して、新しい基礎の上に、ミレット(雑穀)オカボ、などをはじめソバやマメ類の栽培が可能になった<sup>61)</sup>。このように日本人はコメだけでなく様々な作物を利用して生活してきたといえる。

極論すると日本人全体がコメを食べだしたのは戦争のために食料配給制が行われるようになったからであるが、歴史的に見ても食べる穀物の半分以上はコメで賄ってきているので、日本人の主食はやはりコメであ

るといえるという<sup>65)</sup>。東南アジアから中国の南部および日本列島にかけて広がる稲作農耕文化圏に共通した食の形態が見られた。しかし、それを生み出す社会は大きく異なっており、日本では17世紀後半に近世社会は世界にも珍しい家制度という日本独時の社会制度を生み出した。一世代一夫婦でつながった直系家族形態をとり、長男が単独相続し、家業を子々孫々に至るまで継承させていく制度的指向性を持つところに最大の特徴がある<sup>66)</sup>。したがって、家は長期間にわたり固定的である。この家族制度と村社会は日本農業に対して重要な意味を持っている。この家を基盤にした小農経営は同じ地域に同じ家が行く世代にもわたり生産・生活するのであるから地域内の家と家、農地・原野・山林との間には濃密な社会関係が形成されることになる<sup>63)</sup>。これが日本的な村で、村は生産や生活で人が常に結びあうようになる地縁的な組織であり、個別農家を統合していくような自治的機能のある程度備え、他村との区別する村境があり、村の領域を持っていた。この点がアジア諸地域と異なり、土地や経営資本をそっくりそのまま次世代へ受け渡す日本では土地改良投資などその投資分を長期にわたり回収しなければならない長期投資も積極的かつ安心して行えた<sup>63)</sup>。日本の家制度が農民の勤勉主義や勤労主義の源泉になった。家業としての農業や家財としての土地に対する収奪に対して強い抵抗が生じた。

#### 4.3. 戦後の高度経済成長期における農村と農業の変遷： グローバルフードシステムへの依存

明治農法は肥料の多投と耐肥・多収品種の導入、その栽培環境の整備が行われた<sup>63)</sup>。明治以後100年、農耕社会の段階から産業社会の段階へ日本の社会が大きく移り変わった。言語あるいは衣・食・住をめぐる様々な技術や風俗・習慣をはじめ共通の生活感情や価値観に至るまで、物、心両面にわたる人間活動の結果集積したものが[文化]であり、同時にこの文化を構成する要素は、その社会を構成するメンバー一人一人に分有され、世代を超えて伝達されるものである。しかし、社会が農業生産にその経済的な基礎を置く農耕社会から、産業革命の時期をへて工業生産を中心に編成された産業社会に代わっていくのに伴い、文化は大きく変化した<sup>67)</sup>。この背景には第二次世界大戦以降の日本における産業の大きな変化がある。重工業の急速な発達によって都市における労働力不足が広まり、農工業間の所得格差や外国産農産物の流入による競合によって、農村労働力が大量に都市に流出し日本の農村と農

業の衰退につながった<sup>68)</sup>。

経済成長に伴って食に関連する産業に携わる人々の中で食品を加工、流通・販売する産業に従事する人が増え、1970年代には7割近くみられた農林水産業の従事者の割合は、バブル崩壊後の1995年には約半分の37.3%に減少した。食糧の生産・流通・消費の全体をつなぐフードシステムは急速に発達し、生産のモノカルチャー化（工業化）、食品の多様化、製造・流通・販売の巨大企業化（寡占化）がグローバル化と並行して進行した<sup>69)</sup>。

## 5. 平成農業技術史を中心に読み解く平成という時代の特徴と農業技術開発の方向性及び問題点

日本では一年中作物の栽培が可能な東南アジアと比較するとイネの栽培期間が限られるので日本では古くから集約的で生産性を高める方向で稲作が発展してきた<sup>70)</sup>。しかし、戦前までは日本の特に地方ではコメは貴重であり、日本でも東南アジアの山間部でもみられるような焼き畑が山地を中心に行われ、雑穀の栽培がおこなわれていた。南北に長い国土の中で様々な環境の元それぞれの環境に応じた食料の調達が行われ、都市を除くと自給自足に近い暮らしが営まれていた。日本は西洋列強による植民地化を逃れ、アジアやアフリカの国々と比較すると近代化の途を早く歩み始めたといえるだろうが、長い時間をかけて農業・工業との関係/農村・都市部関係を築いてきた欧米の先進国とは異なり、後発の中進国が生き残るには近代化の道りを大幅に短縮しなければならなかった<sup>60)</sup>。この近代化過程の「圧縮」による固有の軋轢とそれへの対処の試行錯誤を重ねつつ近代化を迫行できた「先進国」とは違い「中進国」では政治を動員したはるかに国家介入的な施策が必要とされる。日本における本格的な近代化は戦後の高度経済成長期といってよく、日本は農業のいわば安楽死（総兼業化）を通じた過剰な工業化をたどった<sup>60)</sup>。農業生産を合理化することを前提として保護主義的な農業政策を廃止することが要求され世界標準に至った。その過程で、農業の化学化、集約化、機械化が推進されはしたが、農業就業人口の激減と食糧自給率の急速な低下は免れなかった。戦後の高度経済成長期に起こったこのような変化は平成という時代に入ってどのように変化したのだろうか。次に、『平成農業技術史』を紐解き、平成の三十年間に行われた日本の農業と農業技術開発についてまとめ、それを基に今後の農業と農業技術のあり方について考えていくことにする。

### 5.1. 平成という時代の特徴と食品及び農業の分野での変化：新自由主義的な仕組みの深化

冒頭では平成年間における世界の政治経済情勢と日本の社会や経済との関連がまとめられており、30年間で世界や日本の社会、農業や農村がどのように変化していったのかについて要点をまとめて説明してある。それに続き、社会経済の情勢の変化に対して日本の農学の各分野において技術開発あるいは農村開発、地域開発がどのような方向性や内容で行われてきたのかについて網羅的にまとめてあり、日本の農業や農学が平成という時代の間にどのような技術や農業を目指してきたのかが時代の背景とともに大筋が理解できる構成となっている。平成はソビエト崩壊後の冷戦の終結とともに本格化したアメリカを中心とした新自由主義的な価値観の下で貿易の自由化、EU統合など世界の社会の転換と経済のグローバル化が進んだ時代である<sup>71)</sup>。地域間の自由な貿易を推進する交渉も盛んになり、NAFTA（アメリカ、カナダ、メキシコ）が集結され、FTA（自由貿易協定）やEPA（経済連携協）も多く国々で締結されてきた。農産物の例外なき関税化とその削減が決定された。貿易自由化の流れは平成後期においても続き、拡大交渉となるTPP協定（Trans-Pacific Partnership Agreement）の交渉がアメリカ、オーストラリアなどを含むアジア・太平洋地域の12か国の参加のもとに始まり、2016年に合意に至った。財や情報の国境を越えた流動化に加えて人の動きも活発になっている。日本においては平成の経済はバブル崩壊とリーマンショック、東日本大震災の影響によりデフレ経済といわれる停滞の時代で、工場などを海外に移転させる企業が急増し、そのために地方産業の空洞化や中小企業の廃業が進み、働く人々の賃金の低迷と所得の格差の拡大が進んだ<sup>71)</sup>。

農業や食品の分野での新たな動きとして食産業の市場規模のさらなる拡大が挙げられる。平成28年(2016)において食料関連産業の経済規模は115兆9630億円であったのに対し、農林水産物の国内総生産は9兆2千億円である。これらの農林水産物が農協や出荷組合等を経由して落とし売り市場へと搬入され、競り落とされたものが仲買業者等を通じて食品加工業者や外食産業へと届けられる（八木 2019）。関連する業者間の直接とり引きが増える傾向にあり、輸入された農林水産物の総額は1兆3千億円に上る。輸入農産物の中で大きな割合を占めている穀物等の輸入価格は大きな変動を見せ、近年は1.5倍ほどの高値水準が続いている<sup>71)</sup>。2006年から2007年と続くオーストラリアの大干ばつ

や欧州の天候不順などの影響を受け、穀物も価格が高騰している。家族構成の変化は食生活の形態に大きな変化をもたらし、食の外食化や簡便化が進展した。総菜や弁当などの昼食市場の規模は平成の初めには1兆円程度で、食の市場全体から見れば3%程度であったが、その後8%まで拡大しているという<sup>71)</sup>。

その一方で、1960年代から80年代にかけて農家数は大きく減少した。その多くは専業農家であった。第二種兼業農家は194万戸から304万戸へと増加している<sup>72)</sup>。1980年までに農村工業化などを背景に第二種兼業農家の数は増加していた。平成に入ると、高齢化の進行に加え、地方労働市場の縮小などが兼業農家の存立基盤を大きく揺るがすようになってきている。平成2年の農家数は297万戸であったものが、平成27年には133万戸まで減少した<sup>72)</sup>。その多くは兼業農家であった。高齢専業農家並びに定年退職・中途退職などによりUターンIターンして就農する農業者の数が近年は増加している。近年は在留外国人が農業に参入するケースも増えており、ネパール人が北海道で農業法人を設立して農業を始めている例もある。平成の前半の20年間は40万戸を維持してきたが、1970年から12年の間に一挙に男子生産年齢人口のいる専業農家の数は減少している<sup>72)</sup>。昭和一桁世代のリタイアに伴う現象であった<sup>72)</sup>。1990年代後半から農地の流動化が大きく進展し組織経営体を中心とする大規模経営が出現するようになった。こうした動きの背景にこれまでの地域農業の中心を担ってきた担い手の減少があった。

## 5.2. 平成に開発された農業技術

平成の農業技術開発の方向性は上述したような農産物の輸入の自由化に対応するための大規模で企業的農業の推進、農業就業人口の減少に伴う労働力不足に伴う省力化、自動化、温暖化に代表される環境変動への適応のための品種改良などがあげられるだろう<sup>73)</sup>。一方で、環境問題が地球規模で取り上げられ、環境保全型農業に社会的関心が寄せられ、安心安全以外に環境にやさしい農法で栽培された野菜が注目されるといった一面も見られる<sup>74)</sup>。病虫害抵抗性品種、業務用品種機械化適応新種など育種の面からの対応、IPM (Integrated Pest Management) 技術による病虫害防除対策、さらには有機農業、自然農法などがあげられる<sup>74)</sup>。第二は人口の減少と産業界の労働不足を受けて、農村人口の他産業への流出が続く中、農業経営者の減少と高齢化による労働力不足が進行し、耕作放棄地の拡大が大きな社会が問題となった<sup>75)</sup>。これに対応した分業

化、省力・軽作業化に向けた技術開発、農機具の利用・規模公立を目指した施設栽培の規模拡大か、ICT化、溶液栽培、植物工場の開発の普及が急速に進展した<sup>73)</sup>。第三は人の交流、物品の取引のみならず、情報や通信までも国境を越えて自由に行きかうグローバル化がこの時代を特徴づける外的要因で、1991年に牛肉の輸入が自由化され翌年のガットウルグアイランド農業合意により多くの畜産関係の保護処理が撤廃された<sup>76)</sup>。それによって畜産物生産の効率化が一層求められるようになった。従来から減少傾向にあった戸数の規模拡大が進んで、平成に入り、その傾向が急速に進展した<sup>76)</sup>。ゲノミック評価の現場利用では乳牛の後代検定事業において、ゲノム育種評価値を利用するようになり、BLUP法の進歩によって、乳量は2005年から2018年までに430kgも改良され、黒毛和牛とブタにおいては、筋肉内脂肪含量が顕著に向上した<sup>77)</sup>。農家経営では作業受託、請け負う耕作等の受けてとして集落営農組織や大規模営農法人が生まれ、行政も支援施策を打ち出した。担い手農家・法人はより効率的な経営を目指し、圃場の大区画化、農地集積、開水路での分水等の水管理の負担を軽減し、水路を地下埋設することで濡れ地を減少することができるパイプラインや加圧ポンプ等を必要とせず、取水口大区画化均平化技術、ICT活用水管理技術、地下水位制御技術、ストックマネジメント技術、地下ダム技術、大規模畑地灌漑システム技術、大口径パイプライン技術が開発された。平成初期は、ガットウルグアイランドへの対応として国内の農業生産力を強化するための農業経営の土地改良長期計画以降は、圃場のさらなる大区画化するための基盤整備が重点的に進められた。この状況下で様々な技術開発が求められ、農業機械の大型化・高速化に対応できる圃場の大規模化や水管理労力を軽減するための技術が実用化した。

以上のように平成農業技術史からは平成の30年の間に世界各国の農業は大きく変化したことが見て取れ、さらに国外に目を移すと先進国は工業国、後進国は農業国という常識は今や通用せず、先進国とは工業とともに農業をも発展させた国、後進国とは工業のみならず、農業も崩壊させた国という新しい常識に置き換わった期間でもあった。野田は現代農業革命の適応力に応じて国々を4つに類型化を図っている<sup>60)</sup>。第一類型は土地所有と歴史の制約から最も自由で大規模で商業的農業を展開が可能であった最強グループである西欧新開地 (アメリカ・オセアニア)、第二類型は近代的農業革命発祥の地であり、近代への移行の過程で農業

構造の大編成を通じて村落規制を風化させ、競争的環境を醸成し、その基盤の上に大胆な構造改革を実現させた西欧旧開地ヨーロッパ地域である。一方で、日本を含むアジア地域型農業では農法的個性と歴史の重みに妨げられて経営の分散と過小性（零細分散経営）や混住的農村構成を克服できず農業の不利性が急速に拡大してきた国々であるとしている<sup>60)</sup>。

日本は世界貿易機関（WTO）が推進している食料の自由化の波に対応すべくグローバル規模での農産物の輸入自由化に伴い大規模で競争力のある農業育成が目標に掲げられ、AIやIOTなどを駆使したスマート農業や植物工場などへの企業の参入や起業がすすめられている。スマート農業あるいはアグリビジネスと呼ばれる分野にはニューヨークやイギリス、オランダに本社を置くグローバル企業に加えアリババなども含まれ世界の最先端の技術を誇る企業をはじめ、日本の数人から数百人の中小規模の企業も名を連ねるなど多様で、ドローン、全自動収穫ロボット、AIで栽培を全自動化した植物工場などあらゆる技術を駆使した企業が農業に参入している。いずれもヨーロッパやアメリカで成功した世界規模での農産物輸出入を担うための産業としてとらえられており、途上国をも巻き込みグローバルで展開されるWTOを軸として世界規模で展開される競争を勝ち抜きながら化学肥料、農薬、ゲノム編集作物等のアグリビジネス産業や食品産業との連携を取りながら先進的なビジネス展開を狙う農業の形態であるといっていだろう。その一方で環境保全に対する有機農業の重要性が認識され始め、世界的に有機農業に関する関心が高まってはいるものの、日本における有機農業の研究は進んでいないという<sup>74)</sup>。

## 6. 令和にはじまった農業の大転換期；環境劣化の要因として名指しされ始めた工業的農業（近代的農業）

平成における農業技術の開発は、農業就業者人口の減少による耕作放棄地の増加や労働者不足への対応と、世界規模で広がり深化した新自由主義経済の流れの中で展開されるグローバル規模での農産物の輸出入の自由化に対応すべく、効率化と大規模化が図られ、強い農業を目指してスマート農業やアグリビジネスが推進された。また、その流れに沿った形での農業技術が開発されてきた。つまり言い換えるとグローバル規模に浸透する新自由主義的な価値観と合致する方向性とシステムに合致する形で農業の技術も開発された期間であったということができよう。しかし、令和

に入り、新型コロナウイルスの世界的な蔓延を通じて判明したのは、グローバルに展開する流通システムの脆弱性であった。

今コロナ禍を経て世界は大きくその流れを変え気象変動をはじめとする環境劣化に対して対応していく力強い動きがようやく生まれつつある。経済成長を支えてきた大量生産・大量消費そのものを抜本的に見直す必要性和脱成長や脱生産性の脱グローバル化とローカリゼーションの再構築が訴えられはじめ<sup>78)</sup>、環境収奪的な近代的農業は持続不可能な農業として批判の対象になり、代わりに世界各国で食料戦略の転換が進みはじめた。欧州では、農薬使用量の半減や、有機農業の面積を25パーセントに拡大するといった目標を掲げる「Farm to Fork」（農場から食卓まで）戦略が策定され、またアメリカは、カーボンフットプリント（生産・流通・消費工程におけるCO2排出量）の大幅削減などを目標とする「農業イノベーションアジェンダ」を2020年に公表している<sup>79)</sup>。しかしながら、日本は『みどりの食料システム戦略』を掲げ、有機農業の推進を目指すことを目標に掲げているものの、有機農業で世界の潮流に取り残されつつあり、中国にも遅れを取っている<sup>79)</sup>。

### 6.1. 食糧の安定供給に向けた技術開発と産業としての農業の現状

温暖化をはじめとした環境劣化の問題は日々深刻さを増しており、国連環境計画（UNEP）は11月20日公表の報告書で温室効果ガス排出削減に向けた各国の現在の公約の実施だけでは今世紀中に世界の気温が産業革命前より摂氏3度近く上昇するとの試算を明らかにした（朝日新聞デジタル 2023）。気象変動に加え、ウクライナやイスラエルなどの世界政治情勢の悪化の影響により、WFP（国連世界食糧計画）とFAO（国連食糧農業機関）の「ハンガーホットスポット—FAO-WFPの急性食料不安に対する早期警告（Hunger Hotspots—FAO-WFP early warnings on acute food insecurity）」で世界20カ国以上で深刻な飢餓が発生すると「警告」しているが、日本も例外ではなく2035年ごろには深刻な食料不足に直面しかねないという<sup>79)</sup>。そこで、農林水産省は農業就業人口が減少していく中で食料の安定供給を図るために農家の大規模経営をおし進める計画も発表した（鈴木 2022）。また、温暖化等を起因とする環境変動への対応としてゲノム編集などの技術を用いた新しい品種の迅速な開発や食糧増産を目的とした筋肉の増量を目指した牛やタイなどを対象としたゲノム



編集などが実用化されつつあり、さらに、培養肉や人工的に生成される食品に関する研究や植物工場等の運営も行われており、環境変動の影響を受けず食料を安定供給するためのフードテックの技術も推進されている<sup>80)</sup>。さらに世界の食料企業はIT分野への進出を強めており、バイエル社（旧モンサント社）は、化学肥料市場から、遺伝子組み換え作物へ視点を変えて急成長させゲノム編集作物について大々的に推進する方向やドローンやセンサーで管理・制御されるデジタル農業で、種から消費までの儲けを最大化するビジネスモデルが構築され、それに巨大投資家が投資する未来も見える。現状では従来の生産性や収益性の向上を掲げた従来の方向性をさらに精鋭化した技術あるいは経営の在り方が強く進められており、GAFA（Google、Apple、Facebook〈現Meta〉、Amazon）などのIT大手企業もこの流れに加わり、農業のより一層の省人化が進めば、既存の農家が市場から追い出されかねないことが危惧される<sup>79)</sup>。

生産者側及び食糧を供給する側の上述したような変化と同時に、消費者側も経済の格差によって食に関する格差がこれまで以上に大きく広がっていく。富裕層は自分たちの健康によい食材を調達する一方で、多数派の下位の中産階級は、工業的に製造される食品にますます依存するようになり、それが環境のさらなる負担につながり、最貧層に至っては1000年前と変わらない食生活を送りながらも、食品業界が提供する劣悪な食品や天然食品を食べるが、天然食品は希少性が増して高値になっていくだろう<sup>28)</sup>。

## 7. 人新世における農業とその実現に向けた農業と農学のあり方に関する一考察

このように大航海時代を契機に産業革命を経て始まった西洋諸国を中心にした近代という時代は農業と食の在り方を大きく変え、地球規模での農産物の移動とそれぞれの農産物の生産、加工、流通、販売までの過程が複雑化し誰がどの過程にどのように関わっているのか非常にわかりにくく複雑な仕組みが生み出されたが、その全行程で共通するのは生産性の向上や収益を目的とするという点であろう。

「近代世界システム」（1974年）や「資本主義経済」（1979年）の著者であるウォーラスティンによれば、近代の新しさは個別の国家や地域の区別を超えて国民経済へ、次いで国民経済が互いに結びついて世界経済を出現させたことにあり、それは近代世界システムを意味する<sup>81)</sup>。近代社会は都市、工業社会として特徴づ

けることができ、「文明社会」とか「市場社会」とよび、人間をあらゆる側面が「経済」の物差しで裁断される経済決定論的な社会である<sup>82)</sup>。労働や土地までも商品化され、あたかも売られるために生産されたものとして扱われるようになった。そこでは、人間の本質的な価値が抑圧され、経済的人間は本来の人間であるかのように錯覚される<sup>82)</sup>。また、資本主義的農業のすべての進歩は労働者から掠奪する技術の進歩であるのみならず、土地からの掠奪技術の進歩でもあり、一定期間土地の封土を高めるべくすべての進歩は同時にこの豊土の永久的源泉の破壊の進歩である<sup>83)</sup>。特に、1990年代から本格化したグローバル規模での新自由主義的な市場経済の浸透は個人の利益あるいは国家の利益を優先するために環境や他の地域の人々を搾取する構造が世界規模で浸透していったことを意味するといえる。

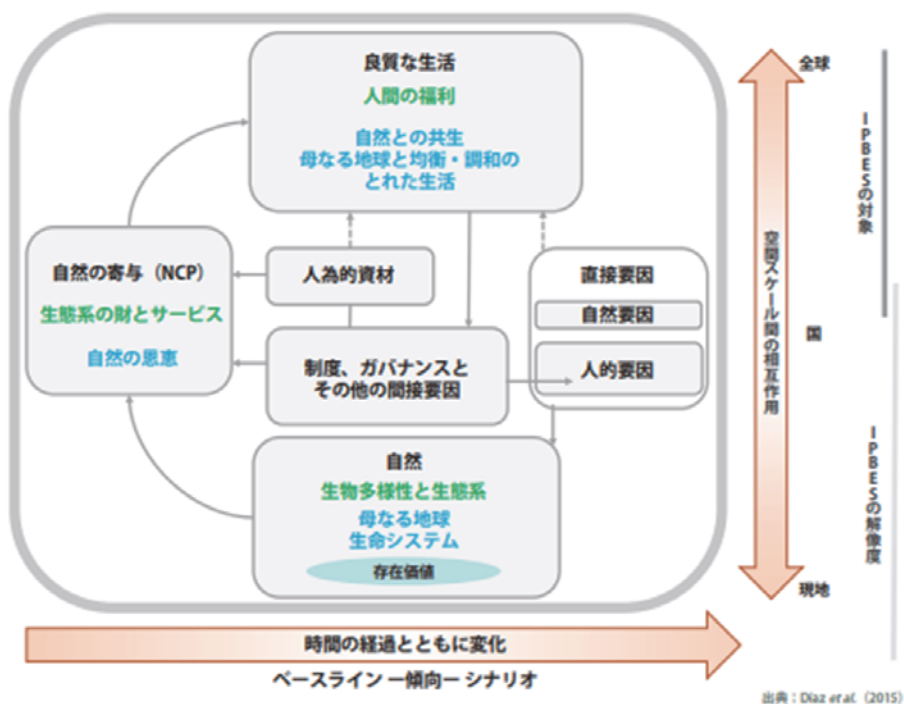
### 7.1. 人新世における農学の目的及び技術開発の方向性はどうあるべきか？

環境問題が急速に深刻化しつつある中で、政府間科学政策プラットフォーム（IPBES：Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services）が出した生物多様性と生態系サービスについての地球規模評価報告において気象と生態系の危機は今日の財政システムと法制度の中ではもはや解決不可能であるとされた<sup>84)</sup>。近代という時代の存続自体が危うくなりつつある今、従来の人間が利用するための作物のみに着目しその生産性を最大限に向上させてきた農学の技術開発の方向性は大幅に修正を必要に迫られている。日本型近代農学についてもそれは同様である。日本型近代農学は近代科学の理念・価値観を基本としながらも農業生産の増産と農村振興に貢献を目的として、第二次世界二次戦後の農業生産の極端な低下の元、食料の確保及び増産に集中し、10年で復興の基盤づくりに成功したものの、まさに生産性と収益性を追求した形に変容していったからである。さらに、高度経済を迎え農学は一層の細分化により作物や家畜の新品種の育成や栽培、飼育技術の改善、化学資材、機械、施設の開発、食品・農作物の改善開発及び農家労働の軽減などに大きく貢献した<sup>35)</sup>。平成年間における農業技術開発の方向性もまさにその延長線上にあったといっ

てよいだろう。しかし、今、時代は大きな転換期を迎えている。先延ばしにされてきた温暖化をはじめとする環境の劣化の問題は持続的方向へ転換可能な時間の猶予がほとんどない状況にいたっている。こうした状況を鑑みると

作物の生産性や収益性を追求し、地球規模での環境収奪と環境劣化を招いてきた近代農学の技術開発の方向性は大きく転換されなければならない。その方向性として21世紀の農業農学研究会は「21世紀の農業の展開と課題」と称し、第一に人間の生存と生活のための食糧や生活資材の供給と文化への貢献、第二に地域社会を形成し、発展させること、第三に生物資源や生態系連鎖の維持管理、地域資源の循環的利用を通じた環境保全を農業活動の核としなければならない、農業を生活や文化、地域の形成と持続的な維持を念頭に置いた農業にシフトさせていかなければならないとしている<sup>85)</sup>。その実現にはまず、人間は環境の一部で人間が利用している農産物も含め生態系の一部であるという認識がまず必要で、農業に関しては生物の多様性も守りつつ

食料を確保していくシステムの構築を第一の課題としなければならない。これは生態環境のなかで対象となる農産物のみに着目しその生産性の改善方法をひたすら追求してきた近代農学とは大きく異なる特徴ではないだろうか。さらに図5は生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学-政策プラットフォーム(IPBES<sup>8)</sup>)が掲げる概念枠組みを示したものであるが、この図は自然界と人間社会との間の複雑な相互作用を簡素化したモデルを示している<sup>84)</sup>。この中では西洋を起源とする科学と同様に先住民や地域社会の知識を含む異なる知識体系を包含した多様な科学分野やステークホルダーの知見も環境対する理解を深める際に重視すべきだとされている。つまり、科学的に証明されてはいなくても各地域で醸成されてきた知識体系及び



出典：Diaz et al. (2015)

概念枠組で用いられている用語

自然 (Nature)	生物の多様性や相互作用を中心に捉えた自然界を指す。
人為的資産 (Anthropogenic assets)	知識、技術、金融資産、構造物のインフラなどを指す。
自然の寄与 (Nature's contributions to people)	人間が自然から得ているあらゆる便益を指す。人間にとって害(不利益)となるものも含まれる。
変化要因 (Drivers of change)	自然、人為的資産、自然の寄与および良質な生活に影響を与えるすべての外部要素を指す。
間接要因 (Indirect drivers)	制度やガバナンス体系など社会の成り立ちや、それが他の要素に与える影響を指し、人間と自然との関係のあらゆる側面に影響する中心的要因となっている。
直接要因 (Direct drivers)	自然要因と人為的要因を含み、自然に直接影響するもの。人為的要因には、生息地の改変、気候変動、汚染、乱獲、外来種の導入などが含まれる。
良質な生活 (Good quality of life)	充実した人間生活の実現を指す。

図5 IPBESの概念枠組

出典：環境省 (Commissioned products) ([https://www.iges.or.jp/jp/publication\\_documents/pub/newsletter/jp/11334/IPBES-pamph-Mar2024.pdf](https://www.iges.or.jp/jp/publication_documents/pub/newsletter/jp/11334/IPBES-pamph-Mar2024.pdf))

それが形成されるに至った地域社会もふくめた世界を視野に入れることの重要性に示しているといえる。21世紀の農業農学研究会においても農業と農学について以下のような理念が示されている。「農業は人類が安定した生存と安心できる生活を営むために自らが創出した営為であり、農業の発展及び農村社会の展開を通じて農業者のみならず、広く人の福祉の向上に貢献することを理念とする学問領域が農学であるとしている」<sup>85)</sup>。これからの農学研究は農産物が生産される生態環境だけでなく生産者が帰属する地域社会、さらに消費者とのつながりも視野に入れたうえで持続的な方向での食のシステムの構築を図っていくことが使命となるのではないだろうか。したがって研究者自身が既存の近代農学の学問体系のままの研究を継続することは良しとされまい。人類の共存と自然との調和をめざす社会の実現を見据えた学問を再構築していくことが農学の研究に携わる一人一人に課せられていると考える。

#### 参考文献

1. BBC News 2023 Summer 2023: the hottest on record Copernicus「地球は未知の領域に」数々の気候記録が更新, 科学者らが警戒 - BBC ニュース (2024年1月7日)
2. World Economic Forum 2023 The Global Risks Report 2023 18th Edition INSIGHT REPORT WEF\_Global\_Risks\_Report\_2023.pdf (weforum.org) (2024年1月7日)
3. IPCC 2023 CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report IPCC\_AR6\_SYR\_FullVolume.pdf (2024年1月7日)
4. 斎藤幸平 2019 大洪水の前に マルクスと惑星の物質代謝 堀之内出版 p. 356.
5. ウォレス・デヴィッド・ウェルズ 2020 地球に住めなくなる日:「気候崩壊」の避けられない真実 藤井留美 (訳) NHK 出版 P288
6. 夫馬賢治 データで分かる2030年 地球のすがた 日経プレミアムシリーズ p. 302.
7. Ripple W, Thomas M, Newsome B, William M, and 11, 258 Scientist Signatories From 153 Countries 2019 World Scientists' Warning of a Climate Emergency, WILLIAM J. 70 : 8-12
8. オズワルド・シュミッツ 2022 人新世の科学—ニュー・エコロジーが開く地平 日浦勉 訳 岩波新書
9. Price T. Douglas and Ofer Bar-Yosef 2011 The Origins of Agriculture: New Data, New Ideas An Introduction to Supplement 4 Current Anthropology 52 : 163-173.
10. 石毛直道 1998 東アジアの食の文化, 講座食の文化, 人類の食文化, 石毛直道監修, 吉田修而責任編集, 309-333.
11. Whittlesey Derwent 1936 Major Agricultural Regions of the Earth Annals of the Association of American Geographer 199-240.
12. ウィリアムズ エリック 2020 資本主義と奴隷制 中山毅 (翻訳) ちくま学芸文庫 p. 512.
13. 水野和夫 2012 世界経済の大潮流, 経済学の常識をくつがえす資本主義の大転換 大田出版 p. 240.
14. 柄谷行人 2010 世界史の構造 岩波書店 p. 576.
15. 平山健二郎 2004 16世紀「価格革命」論の検証 経済学論究 58 (3) : 207-225.
16. 杉原薫 2020 世界史のなかの東アジアの奇跡 名古屋大学出版 p. 776.
17. Vries Jan De 1994 The Industrial Revolution and the Industrious Revolution. The Journal of Economic History 54 (2) pp. 249-270
18. 高谷好一 1999 新世界秩序を求めて 中公新書 p. 228.
19. Akien Charles S. 1998 Cotton Plantation South Since civil War. The Johns Hopkins University press. Baltimore and London. p. 474
20. 角山栄 2017 茶の世界史 緑茶の文化と紅茶の社会 改版 中央公論新社 p. 239
21. 布留川 正博 2019 奴隷船の世界史 岩波新書 p. 240
22. 高谷好一 2002 多文明共存時代の農業 農文協 p. 269.
23. メイエール・ジャン 1992 奴隷と奴隷商人 猿谷要監修 創元社 p. 182.
24. 川北稔 1997 砂糖の世界史 岩波ジュニア新書 p. 208.
25. スミス・アンドルー・F. 2016 砂糖の歴史 手島由美子訳 原書房 p. 108.
26. Walton Jhon 1992 Fish and Chips, and the British Working Class, 1870-1940, Leicester University Press. P. 206.
27. 村岡健次 1999 第4部 ヴィクトリア時代のイギリスの光と影 世界の歴史近代ヨーロッパの情熱と苦悩 中央公論新社 pp. 354-406

28. アタリ・ジャック 2020 食の歴史——人類はこれまで何を食べてきたのか 林昌宏 訳 株式会社プレジデント p. 384.
29. 武田尚子 2010 チョコレートの世界史 近代ヨーロッパが磨きあげた褐色の宝石 中央公論新社 p. 225
30. 白井健一郎 1992 コーヒーが廻り世界史が廻る近代市民社会の黒い血液 中央公論新社 p. 237.
31. 林健太郎・江口定夫・柴田英昭・仁科一哉・内田義崇 2017 食の持続性と低環境負荷の両立を目指す窒素管理研究への土壌学の貢献 日本土壌肥料学雑誌 第88巻 第2号 p. 166～179.
32. 並松信久 2016 農の科学史 イギリス所領知の革新と制度化 名古屋大学出版 480
33. NORMAN E. BORLAUG 1968 Wheat Breeding and its Impact on World Food Supply Proe. 3rd Intl. Wheat Genet. Symp. Canberra Ausl. Acad. Sci. Canberra, pp. 1-36
34. 農林水産省 2020 海外食料需給レポート [https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/jki/j\\_rep/monthly/attach/pdf/r2index-13.pdf](https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/jki/j_rep/monthly/attach/pdf/r2index-13.pdf)
35. 祖田修 2000 農学言論 岩波出版 p. 312.
36. Sanchez-Bayo FK and Wyckhuys AG. 2019 Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers, *Biological Conservation*, 232: 8-27.
37. Gustavsson Jenny 2011 Christel Cederberg Ulf Sonesson Swedish Institute for Food and Biotechnology (SIK) Gothenburg, Sweden and Robert van Otterdijk Alexandre Meybeck FAO Rome, Italy. [http://www.jaicaf.or.jp/fao/publication/shoseki\\_2011\\_1.pdf](http://www.jaicaf.or.jp/fao/publication/shoseki_2011_1.pdf) (2019年7月29日)
38. Graham RD, Welch RM, Saunders DA, Ortiz Monasterio I, Bouis HE, Bonierbale M, de Haan S, Burgos G, Thiele G, Liria R, Meisner CA, Beebe SE, Potts MJ, Kadian M, Hobbs PR, Gupta RK, Twomlow S. 2007 Nutritious subsistence food systems. *Advances in Agronomy*. 92: 1-74.
39. バイルズ ケビン 2014 グローバル経済と現代奴隷制 人身売買と債務で奴隷化される二七〇〇万人 大和田英子 (訳) 凱風社; 第二版 p. 338.
40. ジャン・ピエール・ボリス 2007 コーヒー, カカオ, コメ, 綿花, コシヨウの暗黒物語 生産者を死に追いやるグローバル経済 林昌宏訳 作品社 p. 210.
41. ロバーツ・ポール 2012 食の終焉 グローバル経済がもたらしたもうひとつの危機 神保哲夫訳ダイヤモンド社 p. 544.
42. オフ・キャロル 2007 チョコレートの真実 北村洋子訳 英治出版 p. 384.
43. ウッドマン コナ 2013 フェアトレードのおかしな真実 ——僕は本当に良いビジネスを探す旅に出た 松本裕訳 英治出版 p. 320.
44. 辻村英之 2013 農業を買い支える仕組み フェアトレードと産消提携 太田出版 p. 264.
45. 両宮史卓 2015 フードビジネスにおける食品のブランド力に関する一考察 日大生活科研報 38: 13-22
46. David Clark 2000 World Urban Development: Processes and Patterns at the End of the Twentieth Century *Journal of the Geographical Association* 85 (1): 15
47. 椎名重明 2014 増補新装版 農学の思想 マルクスとリービッチ 東京大学出版会 p. 304.
48. シヴァ・バンダナ 2003 生物多様性の危機—精神のモノカルチャー 戸田/清 鶴田/由紀 訳 明石書店 233
49. 桐谷圭治 2010 改訂版 田んぼの生き物全種リスト, 生物多様性農業支援センター 農と自然の研究所 p427.
50. 日鷹一雅 2012 ギルド構造から垣間見た水田群集の実際的な食物網と潜在的な食物網 特集1 今こそ水田生物群集を捉えなおす—ミクロからマクロまで— *日本生態学会誌* 62: 187-198
51. Bar-On Yinon M., Rob Phillipsb, c, and Ron Miloa 2018 The biomass distribution on Earth *PNAS* 115 (25): 6501-6506.
52. FAO 2011 Payments for ecosystem services and food security. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. [www.fao.org/docrep/014/i2100e/i2100e.pdf](http://www.fao.org/docrep/014/i2100e/i2100e.pdf). (2019年4月12日)
53. Reisinger Andy, Harry Clark 2018 How much do direct livestock emissions actually contribute to global warming? *Global Change Biology* 24 (4): 1749-1761
54. Jeroen P van der Sluijs 2020 Insect decline, an emerging global environmental risk *ScienceDirect Current Opinion in Environmental Sustainability* 2020, 46:39-42.
55. Akbar Hossain, Timothy J. Krupnik, Jagadish Timsina,

- M. Golam Mahboob, Apurbo Kumar Chaki, Muhammad Farooq, Rajan Bhatt, Shah Fahad & Mirza Hasanuzzaman 2020 Agricultural Land Degradation: Processes and Problems Undermining Future Food Security Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth pp 17-61
56. 原洋之助 2013 アジアの「農」日本の「農」グローバル資本主義と比較農業論 書籍工房早山 p. 216.
57. 原洋之助 2006 「農」をどうとらえるか 市場原理主義と農業経済原論 書籍工房早山 p. 272.
58. 笹岡正俊 2021 序章 現場から考える [熱帯雨林ガバナンス] のあり方 周辺化された [草の根アクター] の視点から 誰のための熱帯雨林保全か 現場から考えるこれからの「熱帯雨林ガバナンス」 笹岡正俊・藤原佳大 [編] 新泉社 12-31
59. 笹岡正俊 2021 自主規制ガバナンスの進展と被害の不可視化—インドネシアの製紙メーカー A 社の「森林保護方針」に基づくガバナンスを事例に環境社会学研究 27 117 - 134
60. 野田公夫 2020 未来を語る日本農業史 (食と農の教室) 昭和堂 p. 208.
61. 佐々木高明 1998 地域と農耕と文化 大明堂 p. 348.
62. 岡 正雄, 八幡 一郎, 江上 波夫 1949 日本民族竈文化の源流と日本國家の形成 民俗学研究 13 (3) : 207-277.
63. 木村茂光 2011 日本農業史 吉川弘文館 p. 415.
64. 佐々木高明 2009 戦後の日本民族文化起源論 — その回顧と展望 — 国立民族学博物館研究報告 34 (2) : 211- 228.
65. 石毛直道 2013 世界の食べ物, 食の文化地理, 講談社学術文庫, 186-187.
66. 中尾佐助 (2004) 中尾佐助著作集, 第 1 卷 農耕の起源と栽培植物, 北海道大学図書刊行会. P. 766.
67. 佐々木高明 2011 改訂新版 稲作以前 教科書がふれなかった日本の農耕文化の起源 洋泉社 p. 308.
68. 尾関周二 2007 環境思想と人間の革新, 青木書店 p. 306.
69. 時子山ひろみ・荏開津典生 2000 フードシステムの経済学 第 5 班, 医歯薬出版株式会社 p. 186.
70. 田中耕司 1997 第 6 章 稲作技術の類型と分布 アジア稲作文化の生態基盤 技術とエコロジー 213-276
71. 八木宏典 2019 平成の経済社会と農業 平成農業技術史 大日本農業会編 農文協 2-52
72. 徳野貞雄 (2019) 「百姓・生産者・小農」と 100 年の変遷, 新しい小農, その歩み・営み・強み, (萬田正治・山下惣一 監修), (小農学会編著), 創森社 : 53-78
73. 寺島一男 2019 平成の農業技術 水田作 平成農業技術史 大日本農業会編 農文協 54-102,
74. 伊藤正 2019 平成の農業技術 野菜園芸 平成農業技術史 大日本農業会編 農文協 162-163
75. 岩本陸夫 2019 平成の農業技術 食品加工・流通 大日本農業会編 農文協 350-391
76. 柴田正高 2019 平成の農業技術 畜産 畜産をめぐる情勢 大日本農業会編 農文協 300-303
77. 平田晃 2019 平成の農業技術 畜産 飼養管理技術 大日本農業会編 農文協 312-314.
78. 斎藤幸平 2020 人新世の「資本論」 集英社新書
79. 鈴木宣弘. 2022 世界で最初に飢えるのは日本食の安全保障をどう守るか (講談社 +  $\alpha$  新書) p.123.
80. アンドレ アンドニアン 2020 マッキンゼーが読み解く農と食の未来 日本経済新聞出版本部 p. 246.
81. 宮本正興 2018 第 9 章 大西洋交渉史 新著アフリカ史 宮本正興, 松田素二 編 講談社現代新書 273-304
82. ポランニー カール 2009 大転換 野口建彦(翻訳), 栖原学(翻訳) 東洋経済新報社 p. 632.
83. 柄谷行人 2022 「世界史の構造」を読む インスタクリプト p. 382.
84. IPBES 2020 IPBES 生物多様性と生態系サービスに関する地球規模評価報告書 政策決定者向け要約 (iges.or.jp)
85. 山下興亜 2004 総論 21 世紀の農業の課題と農学の展望 21 世紀農業・農学研究科会編 東京農大出版会 pp11-25.
- i IPBES は生物多様性と生態系サービスに関する動向を科学的に評価し、科学と政策のつながりを強化する政府間のプラットフォームとして設立された政府間組織である。



## JICA 研修報告

# JICA 課題別研修「アフリカ地域稲作振興のための中核的農学研究者の育成」実施報告

江原 宏<sup>1,2)</sup>・仲田麻奈<sup>2)</sup>・伊藤香純<sup>2)</sup>

- 1) 名古屋大学大学院生命農学研究科
- 2) 名古屋大学農学国際教育研究センター

論文受付：2024年3月26日 掲載決定：2024年3月29日

2023年度JICA課題別研修「アフリカ地域稲作振興のための中核的農学研究者の育成」を、農学知的支援ネットワーク（JISNAS）会員大学と農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）、国際農林水産業研究センター（JIRCAS）、愛知県農業総合試験場の協力により、6月30日～8月10日に実施した。本研修は2012年度から始まり、名古屋大学農学国際教育研究センターが受託してJISNASが連携組織とともに取り組むものであり、本年から第4フェーズ3年目、通算12年目となっている。その間の研修参加者は29か国から115名に達した。2023年度にあっては、CARD<sup>1)</sup>イニシアティブ対象国であるサブサハラアフリカ諸国から、エチオピア、コンゴ民主共和国、マダガスカル、セネガル、ウガンダ、ザンビアの各国から1ないし2名ずつの計7名が参加し、当該国におけるそれぞれの環境に合わせた稲作の安定化、単位面積当たり収量の増大、作付け面積の拡大などのための課題把握と解決に向けた研究手法などを学んだ。

本年度は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響が落ち着いたことで、コア研修、個別研修とも全て対面での実施を計画した（講師の都合によって1科目でオンライン講義を予定）。しかしながら、来日直後からの発熱した者が1週目はオンライン参加（COVID-19陰性にて2週目より対面参加）、講師のCOVID-19感染にともなって急遽オンライン講義に変更する対応、見学翌朝に対応者のCOVID-19感染が判明するなど、思いの外、COVID-19の影響がみられた。それでも、研修員、

運営関係者とも感染者がなかったことは幸いであった。また、個別研修期間の終盤には台風の影響によって、研修先から名古屋への復路で欠航が続き、最終発表会、修了式にも参加できない研修員があり、これまでにない天候悪化の影響を受けたものの、急遽のオンライン対応で予定のプログラムは完了できた。また、一昨年度に作成した、研究室レベルの実験や圃場レベルの試験といった技術的な内容を含む動画教材を予習や復習に活用し、コア研修講義の内容習得の効率化と効果を高めることに努めた。

研修プログラムとしては、下の図1に示すフローのように、JICA中部における2週間程度の「コア研修」（講義、演習、見学）の後に、研修員の専門性に従ってマッチングを行ったJISNAS会員大学あるいは名古屋大学農学国際教育研究センターの連携機関へ研修員を派遣し、個々の専門分野の知識や研究手法等を深めることを目的とした約3週間の「個別研修」と、本年度は、この研修で元々設定してきたメニューの全てを実施できた。研修員は、まず、それぞれの国の農業の概観、稲作の状況と課題を発表し、参加者間での情報の共有を行なった。次に、日本での稲作技術発展の歴史と要素技術の開発、普及について、アジアにおける稲作の発展段階ごとの技術開発に関する講義を受講した。続いて、品種育成、形態と機能、土壌肥料と栄養生理、病虫害や雑草、栽培管理に関する稲作研究の要点、さらに、それらの知識を研修員のリサーチプラン作成と遂行に活かすための実験計画法や統計処理の基本を学

んだ。個別研修では、受け入れ研究室の教員、研究者の指導、大学院生等の協力の下、実験の企画、データ取得、データ整理から統計処理の方法などを学び、研修内容を各自の研究計画に反映させることを試みた。

本年度のコア研修にあっては、初の試みとして、元研修員で JICA Agri-Net プログラムの支援を受けて、名古屋大学の博士後期課程で学ぶ留学生が話題提供を担当して、Rice Seminar を開いた。留学生が自身の研究テーマに関連する数編の学術論文の内容を研修員に紹介し、その内容を如何に自身の研究の参考としたか、それによる研究の進捗を紹介したところ、全ての研修員から様々な質問が寄せられた。「移植栽培向けに開発された手法を直播栽培に応用できるか」、「その場合には如何なる工夫が必要か」など、具体的な内容について深い議論が交わされ、運営側の期待通りの成果をあげることができた。次年度も、この成果を引き継ぎ、実質的で実のあるディスカッションを導けるような工夫を考えたい。

2024年3月に千葉大学柏の葉キャンパスで開催された第134回日本熱帯農業学会講演会に参加した折、本研修の参加経験者から、JISNAS 会員で研修へ講師の

派遣もいただいている大学への留学が叶い、今日は口頭発表を行います、との挨拶、報告を受けた。過去の研修に参加したことでネットワークが広がり、それが有効に機能した証を目の当たりにし、誠に喜ばしい限りであった。本研修の実施期間が、アフリカのイネ研究者間の交流や、日本人研究者との連携強化に向けたマッチングに活用され、研究力の向上やキャリアアップの支援に結びつけられるよう注力し、JISNAS 会員、サポーターの皆様引き続きご協力をお願いしてまいりたい。

本年度もコア研修の講義をご担当いただいた講師の皆様、タイトなスケジュールの中で見学を受け入れていただいた愛知県農業総合試験場作物研究部水田利用研究室、鞍掛山麓千枚田保存会、個別研修をご担当いただいた受け入れ研究室の方々、研修運営のご支援をいただいた JICA 中部の関係各位に深く感謝の意を表す。

1) CARD : Coalition for African Rice Development (アフリカ稲作振興のための共同体)。サブサハラ・アフリカのコメの生産量を 10 年間で倍増 (1,400 万

表 1 アフリカ地域稲作振興のための中核的農学研究者の育成コア研修プログラム (2023 年度)

月日	プログラム	担当・講師
6/30	開講式、コース概要説明	名古屋大学、JICA
	インセプションレポート発表会、総合討論	名古屋大学、JICA、宮崎大学
7/3	CARD 事業、人材育成プログラム等紹介	浅沼 修一 (元名古屋大学)
	日本の稲作の発展と稲作技術および政策	浅沼 修一 (元名古屋大学)
	農学国際教育協力のネットワークング	江原 宏 (名古屋大学)
7/4	アジアの稲作とアフリカの稲作	坂上 潤一 (鹿児島大学)
	イネの形態と生理 1	仲田 麻奈 (名古屋大学)
7/5	愛知県農業総合試験場 作物研究部水田利用研究室 (安城市) での現地研修	江原 宏 (名古屋大学)
7/6	イネの病害	荒川 征夫 (名城大学)
	雑草管理	内野 彰 (農研機構 中央農業研究センター 生産体系研究領域 東海輪作体系グループ)
7/7	統計解析	桂 圭佑 (東京農工大学)
7/10	農業普及	伊藤 香純 (名古屋大学)
	品種育成	土井 一行 (名古屋大学)
7/11	Sawah Technology	若月 利之 (元島根大学)
7/12	土壌肥料、イネの栄養	佐々木 由佳 (山形大学)
	Rice Seminar	江原 宏 (名古屋大学)
7/13	イネの形態と生理 2	仲田 麻奈 (名古屋大学)
	イネの害虫	足達 太郎 (東京農業大学)
7/14	四谷千枚田 (新城市) での現地研修	江原 宏 (名古屋大学)

トンから2,800万トン)することを目標に、2008年のTICAD<sup>2)</sup> IVでJICAが国際NGOのAGRA<sup>3)</sup>と共同で立ち上げた国際イニシアティブ。フェーズ1(2008年～2018年)では2018年に倍増目標が達成された。フェーズ1参加国:ベナン、ブルキナファソ、カメルーン、中央アフリカ共和国、コンゴ民主共和国、コートジボワール、エチオピア、ガンビア、ガーナ、ギニア、ケニア、リベリア、マダガスカル、マリ、モザンビーク、ナイジェリア、ルワンダ、セネガル、シエラレオネ、タンザニア、トーゴ、ウガンダ、ザンビア。さらに、人口増加やコメ食の広がりを受けてコメ需要が増え続けている状況を踏まえ、2019年に横浜で開催されたTICAD7で、「2030年までにさらなるコメ生産量の倍増(2800万トンから5600万トン)」を目標としたフェーズ2(2019年～2030年)が発足。CARDフェーズ2では対象国を拡大し、各国の国産米の競争力強化や民間セクターとの更なる連携を進めるべく、RICE<sup>4)</sup>アプローチを通して倍増に

至る道筋を重視している (<https://www.jica.go.jp/activities/issues/agricul/approach/card.html>)。フェーズ2から加わった国:アンゴラ、マラウイ、スーダン、ブルンジ、チャド、ガボン、ギニアビサウ、ニジェール、コンゴ共和国。

- 2) TICAD: Tokyo International Conference on African Development (アフリカ開発会議)。1993年以降、日本政府が主導し、国連、国連開発計画 (UNDP)、世界銀行及びアフリカ連合委員会 (AUC) と共同で開催している。
- 3) AGRA: Alliance for a Green Revolution in Africa (アフリカ緑の革命のための同盟)。
- 4) RICE: Resilience, Industrialization, Competitiveness, Empowerment。CARDフェーズ2で採用された取り組み。気候変動・人口増に対応した生産安定化や、民間セクターと協調した現地における産業形成、輸入米に対抗できる自国産米の品質向上、農家の生計・生活向上のための農業経営体系の構築に取り組む。)。



図1 新城市四谷千枚田の見学





Next-generation Circular Bio Economy Symposium Report

# “Next-generation Circular Bio Economy Symposium: Celebration of the 70th Anniversary of Friendship between Japan and Cambodia” Holding Report

Hiroshi Ehara<sup>1,2)</sup>, Akira Yamauchi<sup>3)</sup>, and Kasumi Ito<sup>2)</sup>

1) Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University

2) International Center for Research and Education in Agriculture, Nagoya University

3) Nagoya University Asian Satellite Campuses Institute

Paper accepted: March 26, 2024 Publication decided: March 29, 2024

The year 2023 marked the 50th year commemorating of ASEAN–Japan relations. Japan and Cambodia, also celebrated the 70th anniversary of the establishment of diplomatic relations between Japan and Cambodia in 2023. Taking advantage of these opportunities, we held an international symposium, titled “Next-generation Circular Bio Economy Symposium: Celebration of the 70th Anniversary of Friendship between Japan and Cambodia,” on February 2, 2024 (Friday) at the Royal University of Agriculture, Cambodia (RUA) to deepen our understanding of the current situation surrounding ASEAN countries and east Asian countries and provide information regarding the recent progress of Cambodian agriculture and efforts to resolve various issues. This symposium was hosted by RUA; General Directorate of Agriculture (GDA); Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Cambodia, Nagoya University (NU) International Center for Research and Education in Agriculture (ICREA); Graduate School of Bioagricultural Sciences (GSBS); Center for Low-temperature Plasma Sciences (CLPS); Graduate School of Engineering, Center for Asian Legal Exchange (CALE); and Asian Satellite Campuses Institute (ASCI); and it was co-organized by IRRI–Cambodia Liaison, Nagoya University Interdisciplinary Frontier Fellowship–Creating the Future of Asia. With 18 committee members selected from both countries, Secretaries in charge of planning and managing

the symposium included Chair NGO Bunthan (RUA Rector); Vice Chairs of the Organizing Committee, MIZUTANI Norimi (NU Vice President) and NGIN Chhay (GDA Director General (DG)); Chair and Vice Chair of the Steering Committee, HUON Thavrak (RUA Vice Rector) and CHOU Cheythyryth (GDA Deputy DG), respectively; Executive Secretary EHARA Hiroshi (NU ICREA Director); Secretaries, and BUNTONG Borarin (RUA Director of Research and Extension) and SRUN Khema (GDA Crop Seed Crop Department Deputy Director).

Cambodia’s agricultural production has increased dramatically in recent years. It now ranks 10th in the world in terms of rice production, and its position in the international market has increased to 9th in the world in terms of milled rice exports. However, even with such rapid progress in rice production, many issues remain. For example, approximately 70% of rice is produced under rain-fed conditions due to the lack of irrigation development, and so measures to stabilize rice cultivation are highly needed. On the other hand, there are also high hopes for improving the quality of agricultural products domestically and internationally. Toward such improvements in quantity and quality, there are challenges such as a shortage of fertilizers and other materials due to climate change and unpredictable changes in the international social situation, as well as social needs

entailed in a shift to sustainable and circular cultivation technologies. Through our collaboration with Cambodian partner organizations, we aimed to demonstrate the emerging technologies of next-generation green Agri-tech, discuss measures to deploy them for social implementation, and aim to contribute to strengthening the green agri-bioeconomy targeting 2030 and 2050, taking into account the Royal Government of Cambodia–Pentagonal Strategy: 1) Human Capital Development; 2) Economic Diversification and Competitiveness Enhancement; 3) Development of Private Sector and Employment; 4) Resilient, Sustainable and Inclusive Development; and 5) Development of the Digital Economy and Society.

In this symposium, Cambodian and Japanese experts from their governments, academia, private sectors and international NGOs that have long collaborated for joint research projects and programs shared information on recent developments in Cambodian primary industries. They also discussed their efforts to solve mounting challenges related to climate change and unpredictable changes in the international social situation by promoting of agricultural practices geared toward sustainable production.

The opening ceremony was held with H.E. CHAN Phaleun, Under-Secretary of State of the Ministry of

Agriculture, Forestry and Fisheries, DG of GDA, Deputy Head of Mission, of the Embassy of Japan in Cambodia, Program Advisor of the Food and Agricultural Organization (FAO), International Rice Research Institute (IRRI) Representative for Cambodia, Director of Graduate Program of the Royal University of Law and Economics (RULE). Following the opening speech by the RUA Rector, a keynote speech was given by IRRI Senior Scientist, and a keynote speech was given by the GDA DG. Thematic sessions focused on 1) human resource development, 2) economic diversification and development, 3) utilization of private sector vitality, 4) social resilience and sustainability, and 5) development of a digital society (Table 1). Through eight lectures from agricultural universities and Japanese companies and a comprehensive discussion, prospects and measures for strengthening the circular agri-bioeconomy based on sustainable production were explored.

This symposium was held under the patronage of FAO, Japan Embassy in Cambodia, Japan International Cooperation Agency (JICA) Cambodia Office, Japan Intellectual Support Network in Agricultural Sciences (JISNAS), Plasma-seed Science Study Group, Satake Corporation, Kota Town in Aichi Prefecture. We express our gratitude.

**Table 1** Programme of the symposium.

<b>Opening Ceremony</b>		MC: Dr. SOEUNG Rasmey (RUA)
Welcome Remark	Professor Dr. NGO Bunthan, <i>Rector, RUA</i>	
Purpose of the symposium	Prof. Dr. YAMAUCHI Akiram <i>Director, NU ASCI</i>	
Remark	Dr. HAP Phalthy, <i>Director of Graduate Program, RULE</i> Ms. ANN Chansopheak, <i>Program Advisor, FAO</i> Mr. TANINAI Ichitomo, <i>Deputy Head of Mission, Embassy of Japan in Cambodia</i>	
Opening Remark	H.E. CHAN Phaleun, <i>Under-Secretary of State, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Cambodia</i>	
<b>Keynote Session</b>		Chair: Prof. OHKURA Satoshi (NU) & Dr. SOEUNG Rasmey (RUA)
Keynote Lecture	Dr. SAITO Kazuki, <i>Senior Scientist, IRRI</i> “History and Progress in Rice Research and Its Future Perspective in Cambodia”	
Keynote Speech	Dr. NGIN Chhay, <i>Director General, GDA</i> “Agricultural Policy in Cambodia for a New Era”	
<b>Session [1]</b>		Chair: Prof. SURIYASATHAPORN Witaya & Dr. RIN Soriya (NU)
Theme 1	<b>Human Capital Development</b>	
	Prof. Dr. MURAKAMI Masako, <i>Director, NU CALE</i> “International Collaboration in Legal Education for Human Resource Development towards the Co-creation of Legal systems in Asia”	
Theme 2	<b>Economic Diversification and Competitiveness Enhancement</b>	
	Dr. KONG Kea, <i>Director, Rice Department, GDA</i> “Gross Return Considering Input Costs and Expectations for Economic Effects from Quality Improvement in Rice Production” Prof. Dr. TOKUDA Hiromi, <i>NU GSBS</i> “Expectations and Challenges of Digital Innovation for Smallholders Economy”	

Theme 3	Development of Private Sector and Employment
	Dr. FUJITA Akiko <i>Manager, Grain Res. Team, Sensing Systems Group, Tech. Div., Satake Corp.</i> “Development of the Quality Evaluation System of the Rice in Japan”
Session [2] Chair: Dr. BUNTONG Borarin (RUA) & Dr. ITO Kasumi (NU)	
Theme 4	Resilient, Sustainable and Inclusive Development
	Prof. Dr. ISHIKAWA Kenjim <i>Head, Semiconductor Processes Division, NU CLPS</i> “Sustainable Innovations of the Low-Temperature Plasma-Agriculture”  Dr. THO Kimeang, <i>Deputy Director, Division of Research and Extension, RUA</i> “Cultivar Trials, and Pest and Disease Management for Peanut Production in Cambodia”
	Dr. CHEM Mouylin, <i>Researcher, Faculty of Agro-Industry, RUA</i> “Functional Foods and Nutraceuticals: Their Role in Resilient, Sustainable and Inclusive Health Development”
Theme 5	Development of Digital Economy and Society
	Dr. NISHIUCHI Shunsaku, <i>Assistant Professor, NU GSBS</i> “Utilization of AI in Crop Production for Development of ABC (Agri Bio Circular) Economy”
Wrap-up Session	
Moderators: Prof. Dr. EHARA Hiroshi (NU) & Dr. SRUN Khema (GDA) Commentator: Prof. Dr. NAKAZONO Mikio, <i>Dean, NU GSBS</i>	
Closing Ceremony MC: Dr. SRUN Khema (GDA)	
Closing address	Dr. HUON Thavrak, <i>Vice Rector, RUA</i>



Fig.1. Opening ceremony of the symposium.