

## 2-1 「緑の革命」に学ぶ共生社会への示唆

高知大学大学院黒潮圏海洋科学研究科

諸岡 慶昇

はじめに

毎日口にする一膳のご飯には、2千粒を越す米粒が盛られている。精米されたこのご飯粒を田んぼで刈りとられた籾米に換算すると約3-4株の水稲に相当する。それは広い水田のほぼ30センチ平方に近く、そこにはメダカやヤゴやオタマジャクシのようなさまざまな生物が棲む。そうした1つの生態系が、人々の暮らしと結びつき伝統的に形作られてきた。しかし、人の生活と自然界が調和したその共生の社会の絆を断ち切る動きが、世界の方々に日々テンポを早めようとしている。

前章で学んだ自然界の共生関係は、文化や歴史、国情が異なる多様な社会に住む人々の暮らしぶりとも深い関わりを持っている。経済の成長や産業の発展、生活様式の変化など、人々の生活を通じた環境や自然界との共生関係への影響は、この人の暮らしぶりにより強く結びつき、また及ぼすインパクトも大きく深刻である。

本章では、視点をこれまでとは変え、人と生態環境の相互関係を人間社会の暮らしを支える最も身近な食との関係で考察することにしよう。「共生」という、同じ所で一緒に生活を営むごく普通の暮らし方が、ことさらなぜいま話題にされるのだろうか。なぜ今環境にやさしい生活が注目され、自然界と調和した共生が話題にされるようになったのか。高知と同様に黒潮環境を共有する近隣諸国に住む人々の現況や考え方はどうなのか。それは食べることとどう関わ

っているのだろうか・・・。

## 1. 人口爆発と食料増産

### 1.1. 人口と食料問題

現在、この地球には約 60 億の人々が暮らしているが、国際連合の統計では今世紀の半ばにはほぼ 90 億人に達すると予測されている。図 1 にこの 2000 年間の人口の推移を示した。図が示すように、人口は 16 世紀から徐々に上昇し、19 年から 20 世紀にかけてこの 200 年余りで一気に加速しほぼ 6 倍に急増した。この人口のめざましい伸び方は「人口爆発」とも形容され、人口をどう支えるかその扶養力の増強が大きな課題とされるようになった。少子高齢化が話題とされる現在の日本も、わが国で最初の人口統計が実施された明治 5 年（1872）で 33 百万人と報告されているから、その後 4 倍近くの伸びを辿ったことになる。

経済学の原論で学んだ人は、マルサスとリカードの穀物論争を思い起こして欲しい。1800 年代初頭のイギリスでなされたこの論争でマルサスは、人口は幾何級数的に伸びるが食料は等位級数的に伸びることから、人口の増大に食料生産は追いつきがたいという説を取った。これに対しリカードは、食料の生産に有利な土地柄を生かし生産費を考慮し国々で分担して対応すれば伸びる人口を支えることができるとした。当時植民地を方々に置い

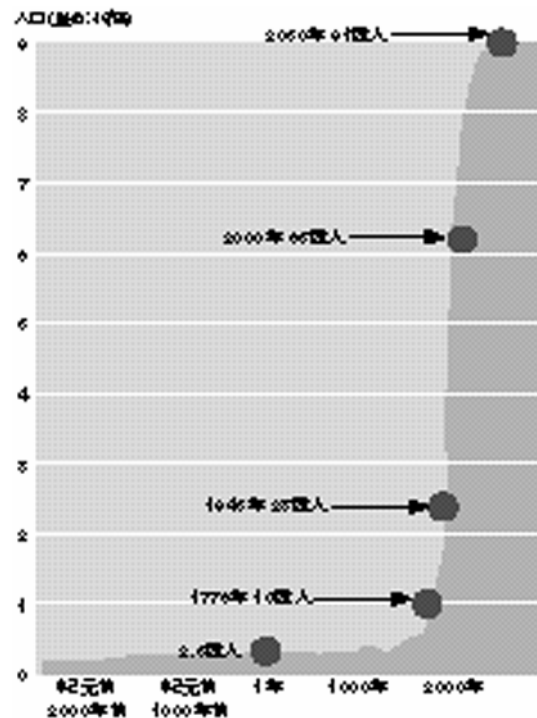


図 1. 世界の人口増加の趨勢

出展：アル・ゴア『不都合な真実』217 頁（参考資料参照）

ていた英国での論争は、作物を栽培する耕地や家畜を飼う牧場の拡大や、単位面積当たりの収量を高める技術的な進歩に支えられてこれまでどうにか凌がれてきた。前者を外延的拡大、後者を内包的拡大と呼び、両者が相乗的に機能した成果と見られている。

この食料の需給関係の背景には、大きく2つの問題がある。1つは食料の分配が世界的には均一でないことも加わって、飢えで亡くなる人々が後を絶たない飢餓問題を引き起こすことである。飽食の国と呼ばれる日本を含めた先進諸国では想像しがたいことではあるが、世界には日々の飢えにあえぐ人々が全人口の3分の1、約20億人いる。2つは飢えに起因する貧困層の増大問題である。この事実は、前世紀の初頭、世界の人口や貧富の違いを地図に落とし調べていた英国人のフランクス（O. Franks）が、南北、つまり北半球と南半球では前者に経済的に豊かな国が多い一方、後者に貧しい国が集中して存在することに気づいたことに端を発している。これを契機に南北問題が、特に貧富の格差の緩和という観点から多くの注目をあびることになった。

## 1.2. 経済成長への布石

これら2つの問題は、黒潮圏諸国でも例外なく見られる。これまで前章で黒潮の流れについて学んできたのでその海路については触れないが、フィリピンの東岸に発し北上するその流れは、秋口に高知にも襲来する台風の

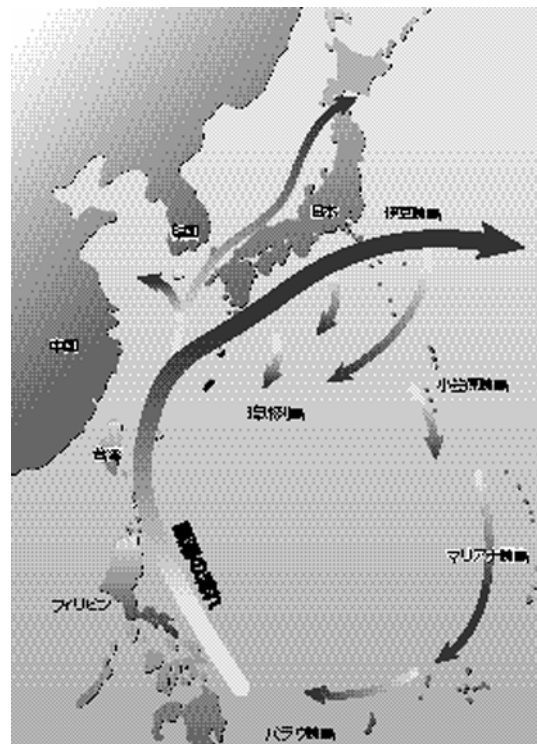


図2. 黒潮海流の流れ  
出展：黒潮圏のホームページより

経路とも重なる（図 2）。黒潮圏に位置し黒潮の影響を最も強く受けるフィリピン、台湾、日本の 3 ヶ国は、共に台風の被害が大きいモンスーン気候帯に位置し、豊かな水量を活かした稲作農業を古来から営々と築いてきた。加えて 3 ヶ国は、熱帯、亜熱帯、温帯にそれぞれ位置し、経済の発展のパターンも異なる。

国連の開発途上委員会（DAC）の公式区分では、フィリピンは途上国、日本は先進国に区分され、中国との関連で公式統計がない台湾は、日本とフィリピンの間で成長のテンポはやや日本寄りに位置する。その気候的特色、人口の急速な伸び、貧富の差の拡大、農業の形態、コメを主食とする食慣行といった観点から、アジアでコメを増産し人々の糊口を凌ごうとする気運が高まり、「緑の革命」と呼ばれる国際的なプロジェクトが 1950 年代に実施へ移された。

その拠点が置かれたフィリピンを中心に、日本も技術移転を含め物心両面で深くこの農業の近代化に関わってきたが、増産のテンポは目覚しく、前世紀後葉の「アジアの奇跡」と呼ばれる新興工業諸国（NIEs）の経済成長の原動力となった。科学技術の進歩も色濃く投影されているその態様を、以下ではやや詳しく見ることにしよう。

## 2. 「緑の革命」の進展

### 2.1. 「緑の革命（Green Revolution）」

「緑の革命」は、1940 年代にメキシコを中心に始まった小麦の増産と、続いて 1960 年代に東南アジアのフィリピンを拠点に取り組みされたコメの増産に関わる一連の技術革新の動きを指す。その中心的役割を担った技術が高い収量をもたらす品種の育成で、その品種が肥料や農薬などの投入量によく反応する性質を保持していたことから、「種子・肥料技術革新」とも呼ばれた。小麦の例は後述するとして、まず黒潮圏のフィリピンで展開した水稻の様子を追ってみるこ

とにする。

日本もそうだが、アジアの特に熱帯域では人口の急速な増大に見合う主食のコメ増産を図るため、長い年月をかけさまざまな試みがなされてきた。しかし、広域にわたって栽培でき、高い収量を安定的に実現するためには、例えば生育期間も短く台風にも耐えられる低くてがっしりした（わい性）多収品種の育成が必要で、そのためには多様な栽培条件に応じた育種経験を持つ、国を越えた研究情報の交換や技術の移転が重要となる。日本で馴染みの深いジャポニカ種と、外米として知られる熱帯産のインディカ種は、互いが交配し難い性質を持つ（交雑不親和性）こともあって技術開発が進まなかった。こうした栽培技術の問題を解決するために、フィリピンのマニラ郊外に国際稲研究所（IRRI）が設立され、1960年代に入って本格的な研究活動が開始された（図3）。

日本では、明治以来、農林省を中心とした系統的育種事業により、草丈が低く、葉が直立し、窒素肥料に対し感応性の高いジャポニカ種を多数作り出すことに成功してきた。他方、第2次大戦後の1949年に、台湾の台中地域農業試験場で在来インディカ種の改良を意図した育種研究が手がけられ、1956年に「台中在来1号」と呼ばれる高収性インディカ・タイプの品種が育成された。この品



図3. 国際稲研究所（IRRI）全景

種は、改良により窒素の感応性を高め、高収量をあげうる特性を持っていたが、耐病性や耐倒伏性の面での評価は必ずしも高くはなかった。

1962年に研究活動を開始したIRRIは、日本の育種理論と「台中在来1号」を手がかりとして、インディカだけの交配により、背が低い短かんで直立した葉をもち倒伏抵抗性の強い品種の

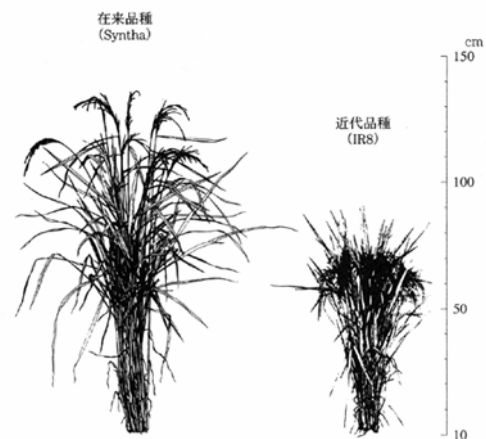


図 4. 米の近代品種と在来品種の体形的比較

出典：速水『開発経済学』91頁（参考資料参照）

育成にかかった。1966年に育成されたIR-8は、「台中在来1号」の一方の親である「低脚烏尖」と、インドネシアで改良された「ペタ」との交配から生まれた品種である。IR-8は、よく管理された試験圃場では1ha当たり雨季に約6t、乾季に約9tの籼米収量をあげうる窒素感応性の高い品種であることが検証された（図4）。当時の平均的籼米収量は1-1.5t程度であったことを考えると、その収量が目を見張る高さであったことを知ることができよう。

## 2.1. 増産の波及効果

IRRIで育成された改良水稻品種IR-8は、1966年に普及に移された。研究所設立以来短期間で育成し普及に移されたこの品種は、その飛躍的な高収性から「奇跡の米」と呼ばれ、その驚異的な収量に多くの関心が寄せられた。当時、フィリピンで用いられたこの品種の普及用ポスターは、「高収量米IR-8を植えよう。わずか125日で、1ha当たり200カバンス（およそ10t）の籼米を収穫できる！」と呼びかけている（図5）。投入と産出関係が矢印で描きぬかれ、整然とした正条植えの田植風景と、中部ルソンの大地主が所有する大型の脱穀機テリ

アドーラによる収穫作業が連動し描写されている。停滞，低位と形容され続け，何をきっかけに，どうして農業生産力を高めるかに懸命となっていたその頃のフィリピンの政府機関が，この「奇跡の米」にかけた期待の大きさを知ることができるだろう。

その後もこの品種の育成を端緒に，改良に改良を重ねた近代品種が次々と育成され，インドネシア，マレーシアなどの東南アジア諸国やバングラ

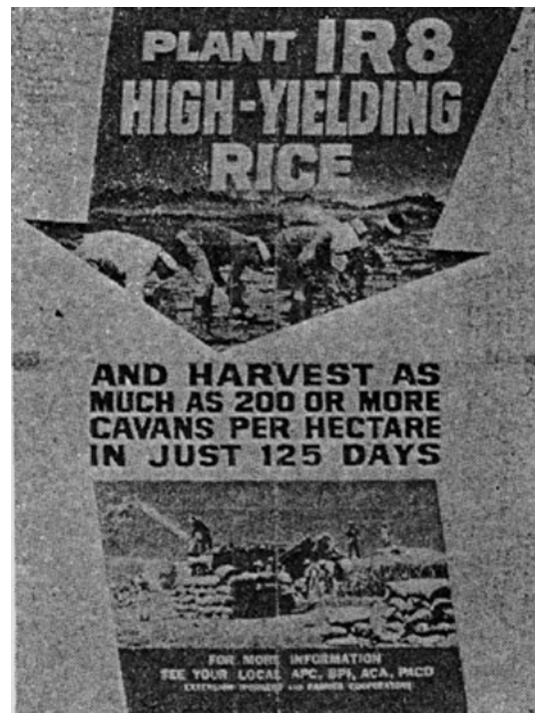


図5. 高収性品種 IR-8 の普及ポスター  
(フィリピンの農村で：1968)

デシュに代表される南アジアで普及に移されていく。その増産効果はめざましく，食料の絶対量で多くの人々の糊口を凌ぐ一方，農業部門で蓄積された資本を他の産業政策へ転嫁する経済効果ももたらした。前述のように東南アジア諸国が 1980 年代に入って経済成長を可能にしたとする観点からも，その波及効果は高く評価されている。

### 3. 食料増産へのシナリオ

#### 3.1. 潜在力の再評価

開発途上国の人々が苦しむ貧困問題は，農業の停滞に起因する食料不足の課題として経済学を中心テーマであり，現在でも最も大きな位置を占めている。貧しさからの脱却が容易にかなわないとするヌルクセ (R.Nurkse) の「貧困の悪循環説」は代表的な学説の一つであるが，中でもこの開発途上国の貧困を巡るシュルツ (T.W.Schultz) の考え方は「緑の革命」に強い影響を与えた学説として

特記される。

彼は、農業の生産性が低く食料も乏しく見えるが、伝統的な農業は限られた資源と知識を効率的に用い、低いレベルではあるが安定的な均衡状態を保っている。その潜在力を高めるには、生産要素の量と質の不足が規制要因であることを丹念な調査で確かめた。この懸命に働いてもそれに見合う生産が生まれない状態を、経済学では限界生産力がゼロの状態という。これを打破するためには、種子や肥料や農薬などの近代技術を適切に用い、教育を通し知識を習得する機会を充実させれば、食料の増産も自らの手で可能となる。その道筋をシュルツはアメリカやインドにおける実証研究に基づいて理論づけ提起した。

慣習的な農業における農業労働力の限界生産力についてはまだ議論を残しているが、シュルツの仮説が、その後の小麦や水稻の「緑の革命」を通してほぼ経験的に証明されたことは注目すべきだろう。途上諸国の農民にも種子や肥料や農薬を調達し用いる経済的な機会が与えられればそれに充分対応でき、収益性を確信すればリスクを避けて近代的投入物を増やし生産性をあげ、慣習的な農業から脱却することができる。その考え方は、フィリピンを中心とする黒潮圏諸国の「緑の革命」を支えるテーゼとして受け入れられ施策に反映されていた。

### 3.2.2 つのノーベル賞

先にメキシコの小麦栽培で緑の革命が始まったことに触れたが、日本もこの小麦に始まる一連の「緑の革命」に深く関わってきた一例をエピソードとして紹介しておこう。

現在、日本の小麦の自給率は10%を少し超えるほどであるが、かつては自国の消費は自ら賄うことができる高さにあった。昭和10年(1935)、当時岩手県



の農事試験場で「農林 10 号」という小麦品種が育成された。育種は大勢の人の手を経て育成されるが、稲塚権次郎という育種家はその代表を勤めていた。この農林 10 号は、母親がトルコ原産の品種の流れをくみ、父親はアメリカから導入された変異系統に日本在来の短幹種を交配してできた品種である。この両者を掛け合せできた農林 10 号は、その 10 年前にこの四国の愛媛県農業試験場で育成されていたとする説もあるが、東北の稲塚らの手によって耐倒伏性の多収品種として公式に登録された。

しかし梅雨時の病害にやや弱い特性から、日本では高い評価を得ないまま、戦後 GHQ（連合軍総司令部）の農業顧問の手でアメリカに渡ることになった。ここで「ノーリン・テン」と呼称され、背が低く、多肥条件下でも倒伏しない特性から交配親として用いられ、昭和 29 年(1954)にメキシコにある CIMMYT（とうもろこし・小麦改良センター）に勤めるボーローグ（N. Borlaug）らにより近代小麦品種「ソノラ」が育成された。この「ソノラ」の育成を契機に、異なる環境に適した品種がつぎつぎと育成され世界各地に送り込まれていく。中でも、インドやパキスタン等では小麦の生産量がほぼ 4 倍に伸び、飢餓の克服に大きく貢献することになった。この小麦の「緑の革命」が、やがて IRRI を中心とするアジアのコメ増産に連動していく様子は、既に見てきたとおりである。

こうした一連の「緑の革命」の功績を代表し、昭和 45 年（1970）にボーローグ博士にノーベル平和賞が、また経済学の見地から理論的基礎を提示したシュルツ博士に同経済学賞が授与された。時代を経たこともあり、「緑の革命」は遠い国の昔の話に映りがちであるが、日本がその初発の段階から深く関わっていることを語るエピソードとして留めておきたい。

#### 4. 共生社会の再構築

#### 4.1. 環境問題への警鐘

アジア，とくに東南アジアの米穀事情は，「緑の革命」の経験を通して大きく変わってきた。それぞれの国内の生産事情や国際的な交易事情を別にすれば，短期的には多くの国で現在の人口を賄う米自給の見通しがどうにか立つようになった。また，灌漑施設の整備などに要す財政負担の増大や米価の低下といった事態もあり一概には言えないものの，米に代わる作物の多様化への関心が高まったことも確かである。

しかし，これとは対照的に，化学肥料や農薬への依存度が高まるにつれ，農薬に耐性のある病害虫の発生や土壌の肥沃度の低下，水の汚染といった問題が広域にわたって顕在化し，深刻さの度合いを増すことになった。どの国も一様にダムを建設し灌漑用の水路を引き，肥料や農薬関連産業を振興し，また農村部で2期作や2年5期作がなされるようになると，連作により土地の疲弊も進み，化学投入財の流亡などによる河川の汚染も加速される。栽培時期が乱れ，病害虫が年間を通して発生しやすい温床をつぎつぎと生み出し，それを防除するためさらに防除作業に精を出すというサイクルを恒常化させていく。冒頭で触れた田んぼや河川に棲む生物も急速に姿を消し始め，自然界の食物連鎖もその機能が危惧されるようになってきた。こうした環境問題と合わせて，不慣れな農薬の施用による農民の健康被害も社会問題として大きく取り上げられるようになった。

近代科学が生み出す技術や工業化が素因となって引き起こされる環境問題を予見した著名な著書に，カーソン(R. Carson)の『沈黙の春』がある。自然界の生物が絶えていく生態系を観察しながら，DDTなどの殺虫剤の大量散布が原因であることを検証し，環境破壊や環境汚染への関心を広く啓発した生物学者によるこの書の初版は，昭和37年(1962)に刊行されている。ちょうどフィリピン

で水稻の近代品種「奇跡の米」が育成され始めた時期と合致するが、人口の増大に対し主食の確保が優先された時期と重なっていた。その時代背景を念頭に置けば、「緑の革命」が派生する環境問題は予見できることではあった。

改良品種公表当時の日本人による著作も、近隣諸国における新しい米作りについて幾つかの条件を付しており、過度の期待を強く戒めている点で注目される。その条件とは、水の管理、栽植密度、施肥量、病虫害防除等の適切な栽培管理技術に関わるもので、それらが伴ってはじめて高収性が発揮されるとする指摘である。環境にも配慮したこうした栽培法は、今ではかなり広く知られているが、「緑の革命」のスローガンの陰でこうした条件の吟味が見過ごされた点がその後の展開に緒を引くことになった。

不本意ながらもたらした「緑の革命」のマイナス点は、基本的には多くの人々に高収量品種に対する過度の期待、新しい開発技術への盲信を抱かせたことにあるということができるだろう。その反省に立って、国によって違いはあるものの、黒潮圏の諸国でも人々の暮らしと自然界との関わりを、再度「共生」という観点から見直そうとする意識が芽生え、徐々に認識の輪を広げようとしている。

#### 4.2. ポスト「緑の革命」

表 1 にこれまで見てきた「緑の革命」を、前期と後期に区分し整理した。急増する人口に対し食料をどう賄うかを課題とした一連の農業の革新技術は、その効果の裏で前述のようにさまざまな新たな問題を派生させている。しかし、世界の人口は増加する趨勢を強めており、新たにどう食料を供給していくかを課題とする状況は依然として変わっていない。

表 1. 「緑の革命」の前期（プレ）・後期（ポスト）対照表

主な項目	前 期(プレ期)	後 期(ポスト期)
時 期	1960年代前半～80年代前半	1980年代後半～現在
品種の特性	多収性(耐倒伏性、感光性等を付与した高収性)	耐病性、不良環境適応性、高品質(食味)、ハイブリッド米を含む多収性、超多収性
育成の方法	伝統的な交雑法	遺伝子組み換えも採用
生産のねらい	化学肥料・農薬等の投与による収量増と収益性改善	安定性、持続可能性(環境への配慮)、付加価値の付与による収益性の向上
投入資材	化学肥料、農薬、灌漑水	減肥減農薬、天敵利用、総合防除(IPM)
基盤の整備	大規模灌漑施設の整備	市場及び関連するアクセスの整備
推進主体	政府・公共部門	民間部門を含め公共部門を補完
生産者	受動的(知識の収集)	能動的(積極性の発露、知識の集約)
経営目標	余剰販売的	商業化、栽培の多様化・専作化
技術普及	画一的、個別対応的指導	組織化、農民参加型による主体性の高揚
産策の誘導	補助金、低利融資	市場メカニズムの再生

同表の右欄から、後期の技術開発動向を見ておこう。前期の「緑の革命」の反省に立って、後期のそれは「ポスト緑の革命」と呼ばれる。品種を例にとると、国ごとまた地域に応じて耐冷性、耐塩性、耐乾性等の特性を備え、それぞれの国に適した食味の改良品種が育成され、在地の栽培方法と一体的に普及に移されるようになった。その土地に所在する資材を用いた有機肥料の投与や、肥料や農薬を可能な限り節減する減肥減薬技術、天敵の使用、それを総合的に組み合わせた総合防除（IMP）など環境に配慮した技術が、2000年を前後して徐々に実践に移されようになった。稲作農家と畜産農家を結び、水田の肥沃度を維持しようとする耕畜連携による循環型農業もその試みの1つだろう。

また、稲作とは直接結びつかないがBSE（通称、狂牛病）やO157の発生も重なって欧米諸国や日本などの先進諸国では、誰がどのように栽培し生産したかを特定する原産地の表示や、農産物への認証制の取り組みが最近では急ピッチで進んでおり、台湾やフィリピンに代表される近隣諸国でも主食のコメを含め食の安全性への関心が高まりをみせている。初発の「緑の革命」でやや強調して伝えられた増産一辺倒の考え方に、こうして大きな変化が見られるようになった。

「緑の革命」は、言葉を変えれば農業の近代化を意味している。一様な技術を世界の隅々に移転することで、その土地に根ざした社会慣行を含めローカ

ル色を一変させたとする批判もある。そうした視点から、伝統的な農村社会のコミュニティの機能や、希薄になった人と人の相互関係を、社会学でいう社会的紐帯の観点から再評価し再生する動きも見られるようになった。ポスト期では、幅広いそうした取り組みが各地でなされ、現在も進行中である。

おわりに

食卓にあがる一膳のご飯に刻まれたドラマを、この黒潮圏の諸国で展開された「緑の革命」を話題に考察してきた。やや農業を対象とする科学技術に偏る内容になったが、叡智を集めた開発技術が様々な波紋を呼び、「共生」の重要性が問われるように至った時代背景を描いていただけたらどうか。「緑の革命」は、半世紀ほど前に「豊穰の角」か「パンドラの箱」かと形容されたことがある。確かに食料を増産し人々を飢餓から救う有効な手だてではあるが、他方で何が飛び出すか予測しがたいその思いを込めた比喻であった。技術開発のその科学史を追うと、歯止めの効かない増産の陰で、環境、言葉を代えれば自然生態系との共生視点が軽視されがちであったことを知ることができる。

前世紀の競争社会に対し、今世紀は共生社会と呼ばれる。伸び続ける人口に対し食料をどう捻出するかという問題は、古いが常に新しい課題として私たちの前に立ちはだかっている。しかし、最近では面的な耕地の拡大は地球環境の保全という観点から既に限界に近いとする予測もあり、今後の人口の趨勢と食料の確保を危惧する向きも多い。

最近話題にされる組み換え体を用いた作物の開発技術も可能性の1つとして有望視されるが、その技術もまだ倫理観や自然との共生視点に立った安全性の面から厳しい批判下にある。このように持続性、とりわけ地球の環境負荷をこれ以上可能な限り高めない方向で食料を確保することが、容易でない状態に立

ち至っていることは確かである。人類の叡智に期待を繋ぎながら，私たちが共生社会という観点から，日常の暮らしを見直す心がけにこれまで以上に配慮する時代を迎えている。

## 参考文献

### 1) 世界の食料事情に関するもの

国際連合食糧農業機関 (FAO) 編．2002．開発途上世界の食料と栄養：明日への挑戦．農山漁村文化協会，東京．58 頁．

同上．2003．FAO 世界農業予測 2005-2030：世界の農業と食料確保．FAO 協会，東京．364 頁．

大賀圭治監訳．2005．世界の食料地図．丸善，東京．128 頁．

JA 全中（全国農業協同組合中央会）編．2006．世界と日本の食料。農業・農村に関するファクトブック 2006．JA 全中，東京．80 頁．

西尾敏彦．1998．農業技術を創った人たち．家の光協会，東京．301 頁．

### 2) 開発経済及び環境に関するもの

速水佑次郎．1995．開発経済学：諸国民の貧困と富．創文社，東京．333 頁．

ゴア，A．著・枝廣淳子訳．2007．不都合な真実．ランダムハウス講談社，東京．325 頁．

日本環境会議編．2003．アジア環境白書 2003/04．東洋経済新報社，東京．446 頁．

レイチェル・カーソン著・青樹築一訳．1974．沈黙の春．新潮文庫，東京．