

本棚

後沢 昭範



「地球温暖化と日本の農業」農研機構編著

成山堂書店、2020年6月発行、188ページ、2,200円

●進む温暖化…顕在化する影響

夏ともなれば、記録破りの猛暑と熱中症、未曾有の集中豪雨や超大型台風。気象災害ニュースが頻繁に流れ、緊迫トーンで対応や避難を促すテレビアウンスが珍しくなくなりました。また、海水面積の減少！ 永久凍土の融解！ 海水温の上昇！ 等々の記事が紙面を賑わせ、見回せば、病害虫も含め、身近な生き物達も生息域をじわり北上させている気配です。

農水省は「地球温暖化影響調査レポート」で“農作物や畜産への影響と対応状況”を報じ、内閣府の世論調査では“自然災害の増加、農作物への影響”への関心が上位です。

農業に携わる方々は、顕在化する温暖化の影響を前に、まずは“当面の対応策”、更に“次の手”をどうするか、頭を痛められる場面も多いことと思います。

●研究機関の取組は

農研機構では、かねてから“気候変動への対応”を重要研究課題と位置付け、①影響評価研究（将来の気候変化が農業に与える影響予測と対策オプションを準備）、②適応策研究（顕在化している問題への対策技術を開発）、③緩和策研究（農業分野から排出される温室効果ガスの削減技術を開発）の3方向からアプローチを進めて来ました。

その成果を“地球温暖化の日本農業への影響と適応策”として1冊にまとめました。

●本書の構成

10章編成の本書は、まず〔第1～2章〕で“地球温暖化が如何なる現象であり、どの程度の事なのか”、その原理と状況について、IPCCの評価報告書や気象庁のデータ等を基に解説します。温暖化の現状と将来予測、世界の食料生産への影響、そして日本の気候変化と農業への影響等が、概括的ですが具体的に示されます。

その上で、本書の中心〔第3～9章〕において“水稻、畑作物、野菜、果樹・茶、家畜・飼料作物、病害虫・雑草、農業生産基盤”等の作目別・分野別に、まず大括りに、温暖化による共通的な影響と基本的なメカニズム、適応策の概要を解説し、その上で、個別・具体的な影響と各適応策について、研究成果を基に、順次紹介して行きます。

そして最終章〔第10章〕で、気候変動への国際的な対応と日本の施策、更に絞って、農業分野での適応施策、農研機構の対応等を紹介し、締め括ります。

●温室効果ガス…多くても・少なくても

今更ですが、話の前提として。地球は太陽エネルギーで暖められていますが、もし大気が無ければ表面温度は -19°C 位まで下がってしまうと推定されます。大気中の温室効果ガスが、地表から宇宙へ逃げるエネルギーを吸収して留めるお陰で、今の平均気温 14°C 程度が保たれています。実に微妙な偶然のバランスの上に、地球環境が成り立っているのです。

温室効果ガスには、 CO_2 、水蒸気、 CH_4 、 N_2O 、フロン等があり、水蒸気の影響も大きいのですが、人為的排出源として問題になるのは、 CO_2 …石炭・石油・天然ガス等の化石燃料の燃焼等、 CH_4 …牛等の反芻家畜のゲップ・廃棄物・水田等、 N_2O …窒素肥料の施用・水環境の富栄養化等です。他産業に較べて“農業は環境に優しい”とは言いますが、温室効果ガスに関しては“排出源”でもあるのです。

●温暖化の実態と人為起源温暖化説

過去の大気中の「温室効果ガス濃度」は、極地の氷の中の気泡を分析します。産業革命の頃から増加し始め、例えば、長らく 280ppm 程だった CO_2 が、

今や400ppmを超えています。

「気温の変化」の方は少々複雑です。古い時代は、木や珊瑚の年輪・氷床コア・花粉等から復元・推定します。変化は一本調子ではなく、時代を遡れば、中世の温暖期やその後の小氷期等、うねりの様な大きな変動もあり、また、復元気温には相応の誤差幅があります。

気温偏差で見ると、過去1000年は0.5℃程度だったのに、近年は1℃程のプラスです。また、温度計の記録でも1880→2012年の間に0.85℃上昇しており、特に20世紀後半の北半球の平均気温は、過去1300年で最も高かったそうです。

工業化以降の気温上昇は、“人為起源の温室効果ガスの影響を勘定に入れないと量的に説明出来ない”とされ、IPCCの「人為起源温暖化説」の主要な根拠となっています。

「年間降水量」については、北半球の中緯度では増えていますが、地球全体では一様でなく、増えた地域も減った地域もあります。また「極端気象」に関しては、1950代以降、記録的な猛暑や豪雨等の観測頻度が高まっており、実感されるどころです。

● 温暖化の今後の予測は

では、将来の気候変動ですが、地球全体の気候システムを再現する「気候モデル」を用い、スーパーコンピュータを使った数値シミュレーションで予測します。

予測値は、温室効果ガスの排出量次第で動きます。「IPCC第5次評価報告書」では、1986～2005年を基準年に、世界の平均地上気温が、ほぼ100年後の2081～2100年にどうなるのか、排出削減レベルに応じた“4段階のシナリオ”で示しています。

経済活動の拡大に任せて対策を講じない「高排出シナリオ」では2.6～4.8℃の上昇となり、生態系や食料生産、私達の生活全般への深刻な影響が必至です。対して、厳しい対策を徹底する「低排出シナリオ」では0.3～1.7℃の上昇に収まり、「パリ協定」（2015年）で目指す“産業革命以前に比べ2℃未満の上昇に抑制！目標は1.5℃！”の実現に繋がります。

ただ、1.5℃の上昇に抑えるには、“2050年には世界の温室効果ガス排出量をゼロ～それ以下”にする必要があるとされます。このハードルの高さ

と、自主的な国別削減・抑制目標の公平性・実効性を巡る先進国・新興国・途上国の事情・利害・思惑等が絡み合い、“基本ルール”は締結したものの、実行に向けた“詳細ルール”の扱いが「COP25」（2019年）でも決着せず、「COP26」（2021年予定）へ先送りされたという経緯があります。

●農業への影響は

“1℃や2℃の上昇”と言っても、ピンと来ないかも知れません。これが大変なのです。

例えば日本の「年平均気温」の変化を見ると、1898→2018年の間で100年当たり1.2℃の上昇傾向を示しています。この1.2℃の差を、主要都市の年平均気温（平年値）で比較すると、札幌（8.9℃）⇒盛岡（10.2℃）、仙台（12.4℃）⇒水戸（13.6℃）、東京（16.3℃）⇒宮崎（17.4℃）等の地理的距離に相当します。作物や特定の品種の栽培適地は？ という目で見れば、事の重大さをお分かり頂けるでしょう。品質や収量にどう響くか、作期の移動や品種の入れ替えは勿論、作物によっては産地が移動せざるを得ないことになります。

また、「夏季の高温」を見ても、真夏日、猛暑日、熱帯夜の発生日数が増加しており、特に1995年代以降、大きく増えています。夏季は作物の生育最盛期です。高温障害による品質や収量の低下が生じ、加えて、人間の方も農作業中の熱中症で大変です。

更に、温暖化の影響は病害虫や雑草にも及びます。越冬の容易さ、生息域の北上、繁殖回数の増加等々、新たな対応を迫られる事になります。

では、個別の作物や分野への影響と適応策を、ザックリとですが見てみましょう。

●水稻は品質の低下から

出穂期が1960年代から1週間程早まっています。実験では、登熟期間に適温を超えれば減収しますが、今のところ、現場でそこまでの影響は出ていません。

今後、温暖化が進行すれば、出穂期は更に早まり、生育期間は短縮します。北日本では増収、西南日本では停滞～減収が予測されますが、3℃程度までの上昇なら、日本全体としては減収の可能性は低いと見られています。

但し、この予測には病虫害・台風・洪水等の減収要因は考慮されていません。実際の収量や品質には、これらが大きく響いて来ます。

品質面では、既に、登熟期間の高温に起因する白未熟粒や胴割米の多発が各地で問題となっています。今後、温暖化が進行すれば、品質低下リスクは更に増します。

適応策としては、高温耐性品種の導入、遅植えによる登熟期の高温回避、深耕、穂肥の増肥、登熟期の掛け流し灌漑、適期収穫等があり、既に各地で対応が始まっています。

●大豆は比較的高温に強いが

大豆は、登熟期間の高温によって粒重は低下しますが、比較的高温に強い作物です。高温による生育障害は少なく、夏季高温でも、全国的な被害が生じることは殆どありません。

20～26℃の範囲なら、高いほど稔実莢数や子実数が増えて増収するため、北日本では温暖化による増収の可能性が高いと見られます。ただ、開花期以降の高温は枯れ上りを早めて収量を低下させるので、増収地域は限定的になりそうです。

適応策としては、産地が全国に分散しているので、まずは適切な品種の選定が基本です。また、特に開花期以降は水分要求量が増えるので、この時期の的確な灌水が重要です。

●野菜は産地の移動で

野菜は、各地の気象条件を生かして、全国ベースの出荷時期別の産地配置つまり“周年供給システム”が出来上がっています。温暖化は、作付け可能期間の移動等をもたらし、新たな産地の登場を含め、既存の周年供給体制の再編成を引き起こします。

例えば、夏の高温暖期の作付けは冷涼な地域（高冷地、寒冷地）に多いのですが、温暖化に伴い、低標高や南の産地は夏季の生産からは撤退せざるを得なくなります。一方で、初春や晩秋方向への作付け可能期間は拡大します。

それはそれとして、全ての野菜で最も問題となるのは病虫害です。もろに品質・収量に響くので気を許せません。

●果樹は動けないので…

永年性の果樹は動こうにも動けません。成園に育つまでに年数も経費も掛かっています。その意味で、果樹は温暖化の影響を最も受けます。

樹種によって態様は異なりますが、果実では、着色不良、着色遅延、収穫期の変化、果実の軟化、貯蔵性の低下、日焼けの発生、肥大の促進、食味の変化、結実不良、生理落果の多発。また、樹体では、発芽の促進、開花の促進、自発休眠覚醒の阻害、幹や枝状の日焼け…、列挙が大変な程、多様な影響が出ます。

果樹は人為的な作期調整が難しく、気候への適応性が狭いので、温暖化が進めば、適温域も徐々に北へシフトして行くことになります。シミュレーションによれば、身近なところで温州ミカンでは、数十年後の適温域は福島県と新潟県の沿岸部辺りまで北上。一方、九州や瀬戸内は暑過ぎて適温域から外れます。リンゴは、今は東北6県と長野県が主産地ですが、数十年後には東北中部の平野部までが適温域から外れ、北海道は全域が適温域に入って来ます。

果樹産地は、先ずは現在地で、長年培って来たブランド力を活かしながら、品種更新も含め、可能な限りの適応策を講じて行く事になるでしょうが、長い目で見れば、樹種によっては“樹種転換・産地移動”が避けられなくなるでしょう。

一方、新しい可能性も生まれます。例えば、現在の温州ミカン産地の多くは“亜熱帯果樹の生産が可能”な温度帯となります。既に導入の動きが出ています。

●病害虫や雑草の変化は…

昆虫は変温動物なので、温暖化による気温の上昇は、害虫の発育や活動に直接影響し、また、餌となる作物の生長の変化は、結果的に害虫の発生や被害に大きく影響します。具体的には、分布域の北方への拡大・越冬生存率の上昇・発生時期の早期化・年間世代数の増加等が生じます。また、餌となる作物あるいは天敵との生活史同調のズレ・競合種との力関係のズレも影響し、温暖化適応策として作物の栽培時期や栽培方法を変えれば、これまた害虫の消長に大きな影響を与える事になります。

例えば、水稲や大豆の害虫ミナミアオカメムシ。1990年以前の生息域は西日本の極一部だったものが徐々に北上し、2010年には関東に達し、目下進軍中です。ただ、分布域は広がるものの、夏季の猛暑は生育や繁殖を阻害する事も観察されています。また、新たな問題として、熱帯や亜熱帯に生息する南方系害虫の侵入が危惧され、現に、その動きが始まっています。

作物の病害は、糸状菌（カビ）、細菌、ウイルスによって引き起こされますが、温暖化は糸状菌や細菌の増殖、ウイルス媒介昆虫の動態に影響を与え、各種病害の発生と被害を変動させます。主たる対応手段は農薬ですが、防除対策と要防除水準の見直しが必要になります。

雑草は、日本各地の環境に適応して分布していますが、特に夏雑草は、温暖化が進むと分布域は北上します。例えば、オオアレチノギクやハマスゲは既に寒冷地にまで分布を広げており、チガヤも遺伝子型を調べると、寒冷地型の分布域へ普通型が入り込み、雑種型が広がっています。更に、外来雑草も、熱帯系が定着する可能性が大きくなります。例えば、インド原産の水稲の強害雑草コヒメビエが九州全域に広がって来ました。害虫との関わりも含め、温暖化で問題になる雑草の特性や分布可能地域を予測して、早めの対策が必要です。

また、除草剤の使用適期は、作物と雑草の生育ステージで決まりますが、温暖化で生育が早まって除草可能期間が短くなります。この他、雑草の生育期間（春～秋）が長くなり、追加除草が必要になります。現に、大豆では、自然に枯れていたはずのオオイヌホオズキ等が収穫時に混入し、汚染粒発生の原因となっています。

●直ぐには止まらない温暖化

地球温暖化にブレーキを掛けるには、各国が足並みを揃えた全地球的な取組が不可欠です。「パリ協定」については、昨年9月に排出量1位の中国が“2060年温暖化ガス排出実質ゼロ”、10月に日本が“2050年排出実質ゼロ”、12月にEUが“2030年迄に1990年比で55%削減”を表明し、また、一旦離脱した排出量2位の米国も“2050年排出実質ゼロ”を掲げて協定復帰へ方向転換等、次回「COP26」に向けて前向き動きが出て来ました。

ただ、温室効果ガスの排出増加は“世界的な経済成長と人口増加”を背景とするものです。各国の自主的な削減・抑制目標は、理想や義務感、国内事

情と実行可能性、他国との横^{にら}眺みや建前等々が反映されたもので、レベルや確実性にバラツキがあるのも事実です。合算したものが十分か、本当に実行されるか、今後の見直しもあり、目が離せません。

また、留意すべきは、目標に向けて確実に実行されても、温暖化が即時ストップする訳ではありません。年数の掛かる話です。その間も、一定の温暖化は進行します。

本書は、各章とも、実際の研究担当者がまとめたものです。やや堅い感じもしますが、正確な表現で各分野・部門の最新の研究成果が並び、関係者にとって貴重な情報でしょう。更に詳しくは、巻末の〔参考文献・参考Webサイト〕から、論文ベースで調べられます。

IPCCの「人為起源温暖化説」に対しては懐疑的な見方があるのも事実です。“中世の温暖期とその後の小氷期に見る様な自然現象の影響を過小評価していないか”、“2000年以降の気温上昇の弱まり（hiatus）^{ハイエイタス}をどう説明するのか”等々、玉石混淆の様々な見解があり、その種の書籍も多数出ていますが、思い出すのは、ある学識者の言葉。「人為起源説だけで片付く話なのか疑問点が無い訳ではない。ただ、将来、これが確実にってからでは対策を講じようにも間に合わない。その意味で、不確実性はあるが、今から、やれるだけやっておくという事ではないか」この種の問題は不確実性を100%排除すること自体不可能です。その分、政治的判断の余地が大きい世界とも言えます。IPCCの評価報告書も、回を重ねる都度、確信を高めつつも一定の幅や含みを持たせた表現となっています。