

4. 農業組合との連携による情報収集（農業）

4-1 情報収集の概要

4-1-1 食用・園芸作物

那須塩原市では、食用作物、飼料作物、酪農、園芸作物などの農業が盛んである。本調査では、認定農業者を中心に、市職員と宇都宮大学の教員と学生がチームとなって訪問し、ヒアリング調査を行った。ヒアリングにあたっては、事前にヒアリングシートへの記入を依頼するとともに、当日は各内容をさらに深掘りすることとした。特に、営農にあたって感じている気候の変化や栽培作物の品質等についてヒアリングした。また、各項目について日頃から感じていることを、5段階で評価してもらい、詳細な内容を聞き取った。

【期間】2020年8月24日～9月1日

【対象者】21件（1農業協同組合含む）

【栽培作物】水稲、麦、大豆、ホウレンソウ、イチゴ、アスパラガス、ネギ、トマト、ナス、ニラ、ナシ、リンゴ、イタリアンライグラス（飼料作物）、キク、カーネーション等



図 4-1-1(1) ヒアリング地点と栽培作物

(1) ヒアリング項目と結果

【項目 1】気象や気候の変化で日頃感じていることはあるか？【項目 2】作物等の収量や品質について変化はあるか？【項目 3】気象や気候、病害虫等の自然環境の変化によって作物が影響を受けたか？【項目 4】気象や気候の変化に対応するため栽培時期を変更した事例はあるか？【項目 5】病害虫の発生状況と防除にかかる経費、時間、薬剤は変化したか？【項目 6】雑草の発生状況と防除にかかる経費、時間、薬剤は変化したか？【項目 7】今後の営農（作業環境、健康面を含む）に不安などを感じているか？

結果は表 4-1-1(1) に示す通りである。

表 4-1-1(1)ヒアリング結果

項目	A	B	C	D	E
1	14	7	0	0	0
2	8	9	2	1	1
3	12	8	1	0	0
4	5	8	5	2	1
5	8	11	1	0	1
6	8	9	3	0	1
7	13	7	1	0	0

A：大いにある、B：ある程度ある、C：あまりない、D：全くない、E：よくわからない

全ての項目で、「A：大いにある」または「B：ある程度ある」と回答した人が過半数を超えた。特に、項目 1、3、7 で「A：大いにある」の回答が多いことから、気象や気候の変化、作物への影響及び今後の営農への不安について感じている人が多いことが示唆された。

(2) 概要

農家の多くが、気象や気候の変化や今後の営農への影響を懸念していることが示唆された。夏季の高温による品質低下や病害虫の増加が顕在化している。水稻の白未熟粒、アスパラガスの奇形化、イチゴの花芽分化遅延、キクの露心花や葉焼け、全般的な病害虫の増加と薬害抵抗性等は注視して、対策を練っていく必要がある。農業従事者の健康面も、夏季の高温によって脅かされており、作業時間の変更や休憩・給水時間を増やす等の対策がとられている。一方で、那須塩原市の特徴である高冷地では、温暖化により水稻の収量が増えるなどポジティブな影響もみられたため、気候に合わせた品目の見直しも課題となる。

4-1-2 酪農・飼料作物

酪農分野は那須塩原市の基幹産業の一つである。飼養形態は様々であるが、全てのヒアリング対象農家が飼料作物栽培を実施しているため、酪農分野と飼料作物分野を合わせたヒアリングシートを作成し、両分野のヒアリングを同時に実施した。ヒアリングは、農家に事前に送付したヒアリングシートに記入していただいた上で、当日に詳細を確認しながら実施した。ヒアリングシートは、気象や気候の変化、その変化が乳牛の飼養管理や飼料作物栽培に及ぼす影響など 16 項目について、「大いにある」から「全くない」の 4 段階と「よく分からない」を加えた 5 段階評価と、評価の具体的な内容の記述を組み合わせた構成とした。



図 4-1-2(1) ヒアリング地点（酪農）

【期間】 2020年9月11日～2020年10月30日

【対象者】 酪農家 11 件、酪農業協同組合 3 件

(1) ヒアリング項目と結果

【項目 1】 気象や気候の変化を感じているか。【項目 2】 気象や気候の変化による乳量・乳質の変化を感じているか。(以下の質問は省略して記述)【項目 3】 妊娠率・分娩間隔の変化は？【項目 4】 疾病発生数の変化は？【項目 5】 廃用頭数の変化は？【項目 6】 労働環境の変化は？【項目 7】 暑熱ストレス対策を行っているか。【項目 8】 周産期対策は？【項目 9】 妊娠率向上対策は？【項目 10】 健康管理対策は？【項目 11】 気象や気候の変化による飼料作物への影響は？【項目 12】 飼料作物の収量・品質への影響は？【項目 13】 変化に対応して播種・収穫時期等を変更している？【項目 14】 病害虫の発生種類・程度・期間、対策経費・時間・使用薬剤の変化は？【項目 15】 雑草の発生種類・程度・期間、除草経費・時間・使用薬剤の変化は？【項目 16】 気候変動に伴う今後の営農への不安は？

表 4-1-2(1) ヒアリング結果

項目 No	スコア				
	4	3	2	1	平均
1. 気象・気候の変化	11	3	0	0	3.79
2. 乳量・乳質の変化	8	5	1	0	3.50
3. 妊娠率・分娩間隔の変化	8	2	4	0	3.29
4. 疾病発生数の変化	3	9	1	1	3.00
5. 廃用頭数の変化	1	8	4	1	2.64
6. 労働環境の変化	6	7	1	0	3.36
7. 暑熱ストレス対策の実施状況	10	4	0	0	3.71
8. 周産期対策の実施状況	4	7	1	2	2.93
9. 妊娠率向上対策の実施状況	6	7	1	0	3.36
10. 健康管理対策の実施状況	8	5	1	0	3.50
11. 飼料作物への影響	8	6	0	0	3.57
12. 飼料作物の収量・品質への影響	9	5	0	0	3.64
13. 播種・収穫時期等への影響	3	8	3	0	3.00
14. 病害虫の発生種類・程度・期間、対策経費・時間・使用薬剤の変化	0	4	8	2	2.14
15. 雑草の発生種類・程度・期間、除草経費・時間・使用薬剤の変化	7	6	0	1	3.36
16. 今後の営農への不安	7	7	0	0	3.50

4：大いにある、3：ある程度ある、2：あまりない、1：全くない

(2) 概要

ホルスタイン種のルーツは北ヨーロッパであり、元々暑さへの耐性は強くない。近年の温暖化の影響は、本市においても間違いなく実感されていて、酪農分野については、乳牛の生産性の低下が結果的に農家の収益性の低下につながっている。しかしながら、ハード面とソフト面の対策が功を奏し、廃用頭数の増加は何とか食い止めていると考えられる。

飼料作物分野においては、播種期の分散や品種の選択で近年の気候変動に対応してはいるものの、ゲリラ豪雨などの極端な気象現象の増加で湿害の発生が多く報告された。温暖化の影響は様々な面から酪農家を追い詰めている。現状では何とかぎりぎり凌いでいるが、全て酪農家が、近い将来のさらなる気温の上昇や気象災害の激甚化を危惧し、将来に不安を感じている。国や自治体によるハード面の充実に対するさらなる支援と、温暖化を食い止める根本的な対策の推進が、強く求められている。

4-2 情報収集の結果

4-2-1 水稻

(1) 情報収集結果

農家へのヒアリングの結果、水稻では近年収量の減少や品質低下が発生しているとの意見が多く寄せられた。この中で白未熟粒や細身（粒厚が薄い）が増加傾向にある点は概ね共通認識であった。収量や品質に関して変化がないと回答した農家もあったが、この理由の一つに、耕畜連携による堆肥投入の土づくりによる成果を可能性として挙げていた。

(2) 妥当性確認

既往の多くの研究成果によると、特に出穂・登熟期以降の平均気温が 26℃を超えると水稻の品質や収量に影響が生じ始めるとされている。さらに出穂・開花期に日中の最高気温が 35℃以上になると不稔が増加することも報告されている。また、同化産物の効率的な転流のためには、夜間の気温も重要であり、21℃が適温であるとされている。那須塩原市（気象庁の黒磯観測所の気象データ）では、2000 年代までは上記に該当する平均、最高気温はほとんど出現していないが、2010 年代に入ると 8 月第 1、2 半旬に平均気温が 25℃を超えるようになった。このことが収量や品質に影響を及ぼしている可能性がある。また、最高気温は半旬平均値では 35℃を超えるような年は出現していないが、2015 年以降は同 33℃を超える半旬が出始めている。一方で最低気温は該当期間に高くても 21℃台前半かそれ未満となっており、現時点では気温面での問題は少ないが、今後温暖化が進めば問題発生が懸念される。

(3) 課題

聞き取りを実施した農家によって移植時期や栽培品種が異なっており、状況は一様ではないものの、出穂期が年間を通じて気温が最も高い 8 月上旬に当たっているケースが多い。この時期の高温は収量や品質に大きく影響するとされる。2010 年代に入って当該期間の高温傾向がはっきりしつつあり、現場での感覚とも一致している。収量の低下は当然のことながら収益不足を招き、品質低下も検査等級の低下を招くことで、収益不足につながっている。

(4) 今後の展開

現時点では深刻な状況ではないが、今後も温暖化が続くとすれば、年間で最も高温になる 8 月の第 1、2 半旬に出穂・開花期を迎える作期を見直す必要がある。具体的には移植時期の前進は気候的に難しいため移植時期を遅くして出穂期を 8 月下旬にすることになる。もっともこの場合、台風被害のリスクがあるため、高温登熟耐性が強い品種導入も考えられる。移植時期の変更は、農家内の他経営部門の栽培計画や地元の水利慣行との兼ね合いもあり、個々の農家レベルにとどまらず、地域間での調整も必要になるであろう。このほか、高温対策として、出穂・登熟期のかけ流し灌漑も有効であるが、用水不足の懸念から実施には十分な検討が必要である。また、聞き取り農家からの回答にもあったように、土づくりによる丈夫な稲体育成も重要である。

4-2-2 野菜

(1) 情報収集結果

野菜では気候変動による品質低下や病虫害の増加が起こっているとの声が多かった。アスパラガスにおいては、暑さによる奇形の発生がみられた。高原ハウレンソウにおいては、高温による草姿の変化などの品質の低下、越冬したダニ及び萎凋病の春先からの早期発生などが挙げられた。ネギにおいては、軟腐病、さび病及びアザミウマなどの病虫害が増加している。イチゴにおいては、高温による花芽分化開始の遅れや奇形果実の増加による品質低下が増えた。ニラには、冬季に5℃で500時間の低温遭遇が必要だが、不十分な年が多くなってきている。トマトなどにおいて、コナジラミの発生増加により、薬剤散布回数も増加するため、薬剤抵抗性の発達が懸念されている。

(2) 妥当性確認

アスパラガスにおいて、夏季の高温は親茎の葉焼けや成長点枯死、茎の開き、曲がり、裂開、フザリウムによる奇形などの発生による収量・品質の著しい低下を引き起こす¹⁾。ハウレンソウでは、生育適温は10～20℃であり、高温では発芽率の低下や生育遅延が生じる²⁾。ネギの軟腐病は高温、連作、多湿栽培で多発し、さび病は春秋の多雨により発生しやすい³⁾。ネギアザミウマは高温乾燥を好み、高温少雨の夏に発生が多い⁴⁾。イチゴの花芽分化は低温・短日条件下で促進され、高温により阻害される⁵⁾。また、‘とちおとめ’において、高温により不受精や発育停止そう果が生じ、奇形化が促進される⁶⁾。ニラの低温遭遇時間は300時間以上では長いほど収量が増加し、生育が速かった⁷⁾。トマトにおいて、コナジラミ類は世界的な害虫であり、特にタバココナジラミタイプBやQはトマト黄化葉巻病ウイルスを媒介する上、多くの殺虫剤抵抗性を身につけており、防除が困難となっている⁸⁾。

(3) 課題

アスパラガスでは奇形の増加により、出荷量が減少し、収益が低下する。ハウレンソウにおいて、遮光資材により温度を調節できるが、ビタミンCの低下や硝酸塩の増加など内的品質の低下を招く恐れがある。高温による、一季成りイチゴ品種の促成栽培における花芽分化の誘導の遅れや四季成りイチゴ品種の奇形果発生は課題となっている。難防除性の病虫害対策は共通の課題となっている。ニラやウドなどの低温遭遇時間の不足は今後課題となると考えられる。トマトの長期栽培では、収穫終了後の防除、隔離の徹底が必要である。

(4) 今後の展開

アスパラガスにおいて、夏季のハウス栽培における換気、散水、細霧冷房などにより、過度な高温を抑えることができる。ハウレンソウの夏どり栽培では、引き続き耐暑性の強い品種の選択と収量・品質を落とさない遮光資材の開発が望まれる。イチゴにおいて、那須塩原市においても夜冷短日処理などを拡充させる必要が出てくると考えられる。トマトの黄化葉巻病ウイルス抵抗性品種の導入、新規農薬導入や農薬のローテーションの実施、天敵の活用などが望まれる。

- 1) 井上. 2010. 農業技術体系野菜編 8②:基 155-156, 9.
- 2) 村上. 2001. 農業技術体系野菜編 7:基 97-100.
- 3) 竹内. 1999. 農業技術体系野菜編 8:基 278, 36-39.
- 4) 河合. 1999. 農業技術体系野菜編 8:基 278, 50-51.
- 5) 森下. 2014. イチゴの基礎知識. 誠文堂新光社.
- 6) Pipattanawong ら. 2009. 園学雑. 78:300-306.
- 7) 佐藤・仁平. 2015. 栃木県農業試験場研究成果集 33:7-8.
- 8) Csizinszky ら. 2012. トマト オランダの多収技術と理論. 農文協.

4-2-3 果樹

(1) 情報収集結果

農家へのヒアリング結果として、果樹では気候変動による品質低下や病虫害の増加が発生しているとのことであった。具体的にはナシにおいて、着果の不揃い・小玉化傾向がみられる。開花期の訪花昆虫が減少する一方で、ハダニが増加し、みつ症は少し発生している。リンゴにおいて、猛暑の影響が‘ふじ’のみつ入りは悪化（減少）している。‘王林’は日照不足により黄色くなり、食味が低下してきた。

(2) 妥当性確認

ナシのみつ症は‘豊水’などで発生し、5～6月の高温と7月下旬からの低温多湿、果実肥大促進のためのジベレリン処理、強摘果などで頻発する¹⁾。近年‘にっこり’ナシにおいて、満開90～120日の高温が水浸状果肉障害（みつ症）を助長する²⁾。リンゴ果実のみつ入り（みつ症）は転流糖のソルビトールが細胞外に蓄積すること及び細胞壁や膜の崩壊などの構造変化によって引き起こされる³⁾。リンゴにおいては、夜温が低いことと、昼間の日射量が多いことが良好な着色にとって必要となる⁴⁾。高温、特に高夜温により赤色系リンゴ品種の着色は著しく低下する。

(3) 課題

みつ症は‘豊水’などにおいて発生しやすく、年度間差が大きい、環境要因との関係や対策についてはさらなる検討が必要である。栃木県では、挿し木による自根苗でみつ症の発生が抑制されることを報告している。‘王林’はアントシアニンをほとんど生成しないため、高温対策として、期待される品種ではあるが、日照不足による影響はあると考えられる。また、‘王林’は夏季の多雨によるカルシウム不足などによりビターピット（斑点性障害）が発生しやすいため、降雨量には注意が必要である。

(4) 今後の展開

ナシのみつ症については、まだ不明な点も多いため、当面はカルシウム剤の葉面散布、石灰施用、着果負担の適正化で対応する。リンゴ‘ふじ’のみつ入り不足にも、着果負担の適正化や葉果比の調整などが必要になる。‘王林’の着色については、着果負担の適正化、せん定及び葉かきによる日当たりの確保などの対応が必要であろう。

- 1) 平塚. 2020. 図説園芸学第2版. 10:98-100.
- 2) 大谷. 2018. 農業技術体系果樹編 3:技. 328:16-20.
- 3) 平塚. 2020. 図説園芸学第2版. 10:96-98.
- 4) 杉浦ほか. 2012. AIRIES. 75-81.

4-2-4 花卉

(1) 情報収集結果

農家へのヒアリング結果として、キクでは暑さのため 3～4 年前にはなかった露心花や葉焼けが増加しているとのことである。また、梅雨の白さび病が天候不順により真夏にも発生した。

(2) 妥当性確認

佐藤 (1995) ¹⁾によると、夏秋ギクのシェード栽培において、花の中に総苞りん片ができる貫生花 (通称、へそ) が発生し、問題となっている。‘天寿’では、昼温 30℃以上の高温遭遇により貫生花が頻出した。米倉 (2002) ²⁾は、夏秋ギク‘岩の白扇’の奇形花の要因として、花芽分化期の高温を挙げており、昼温が 30℃を超えると奇形花が急増することを示した。また、挿し穂を採取する親株の養成温度が苗の成長活性に影響を及ぼすことが知られており、親株を冬季に十分な低温に遭遇させることや苗を冷蔵することで、その後の奇形花の発生を減少させると報告している。キク白さび病は葉裏などに冬孢子堆を形成し、著しく品質を低下させ、いったん発病すると抑止は難しく、定期的な薬剤散布が必要となる ³⁾。白さび病は全国のほとんどの産地で問題となっており、作付面積の約 20%で発生していると試算されている ⁴⁾。白さび病の小生子が葉の表面で発芽して侵入するためには、気温 24.5℃以下で、3 時間以上葉が濡れていることが必要である。

(3) 課題

夏秋ギクの貫生花は昼 30℃以上で頻出するため、施設内の換気などで気温の低下を図る。穂冷蔵または苗冷蔵により、奇形花発生の緩和を図る。白さび病の薬剤抵抗性菌が発生しないよう、単一薬剤の連用は避ける。対策として、圃場への持ち込み防止、種苗の温湯処理、硫黄剤蒸散、暖房機による湿度低下、紫外線蛍光灯の利用などが挙げられる。

(4) 今後の展開

キクの周年栽培において、夏期の収益は重要である。細霧冷房などは比較的 low コストで温度を下げるができるが、ハウス内の湿度を高めるため、白さび病の発生を招く恐れがある。白さび病の発生を助長せず、低コストでキク温室の温度を下げる方法の開発が待たれる。

1) 佐藤. 1995. 農業技術体系花卉編 6. 307-309.

2) 米倉. 2002. 農業技術体系花卉編 6. 310. 2-8.

3) 大石. 2014. 花の園芸事典. 240-246.

4) 原田. 2016. 農業技術体系花卉編 6:311-315.

4-2-5 麦、大豆

(1) 情報収集結果

農家へのヒアリング結果として、該当する経営を採り入れている農家の事例をまとめた。

①麦類：播種時期を遅くし、これまでの 10 月中・下旬から 11 月上旬に変更した。近年、収量・品質面では細実が増加傾向にあるとの回答があった。

②大豆：莢先熟現象の発生や品種転換「里のほほえみ」による熟期の遅れについての情報があった。

(2) 妥当性確認

①麦類：2010年代に入って秋季の温暖化が進行しており、中でも那須塩原市周辺での麦類播種適期とされていた10月の月平均気温の上昇が著しい。1980年代を基準にした場合、10月は1.5℃上昇しており、これは7月、3月に次ぐ上昇幅である。出芽の制限因子になる最低気温でも10月は同様の比較で1.6℃上昇しており、年間では最も高い上昇幅である。播種時の温度環境は出芽の良否に影響するが、高温による成長の過度の前進は厳冬期の凍霜害の危険性を高めることに加え、播種後の雑草発生が旺盛になり、圃場管理上の問題も生じる。このため、播種期を遅くした農家の対応は妥当な策と言える。

また、収穫時期である5月末から6月上旬ごろに発生する極端な高温によって、強制登熟が生じやすく、そのことが「細実」の増加につながっている。

②大豆：麦類と同様、秋季の温暖化が莢先熟現象を助長しているものと考えられる。問題となる現象は全く異なるが、誘引している気象条件は同一である。

(3) 課題

①麦類：農家からは主に播種期と麦粒の外観品質低下に関する問題が挙げられた。このほか、麦類では春季以降の雑草の増加、出穂期前後の赤かび病、収穫時期の降雨による湿害の発生なども懸念される。

②大豆：大豆では収穫時期の障害に関する問題点などが挙げられた。この他では播種時期の早期化に伴う出芽障害も6、7月の降水量が漸増の兆しであることから心配材料である。

(4) 今後の展開

①麦類：農家で播種時期の見直しを行っているが、今後も引き続き秋季の温暖化の進行が十分に予想されるため、播種時期をはじめとする収穫期までの栽培計画を見直す。登熟期の降水が漸増の傾向にあるので、明渠排水を中心とした排水対策も講じる必要がある。

②大豆：播種時期が後半の梅雨と重なるため、播種後の湿害対策が重要である。また、秋季の温暖化を考えあわせ、晩播と晩期収穫を中心とした栽培時期の再検討、それに対応できる品種選定も併せて検討する。

4-2-6 飼料作物

(1) 情報収集結果

ヒアリングした酪農家の酪農経営では、自給飼料作物として夏作デントコーン、冬作イタリアンライグラス及び一部ライムギの二毛作が実施されている。近年の夏季の気温の上昇により、暑すぎて畑に入れないといった声もあった。また、これに加え、梅雨時の長雨、低日照の長期化、ゲリラ豪雨、台風の巨大化など極端な気象現象の増加も飼料作物の生育に影響を与えており、自給飼料作物全般に近年収量減が続いている。

夏作デントコーンでは、とくに長雨や豪雨による湿害による発育停滞、巨大台風による倒伏により、特に中生品種で収量品質が低下している。その対応策として、播種時期の早期化と早生品種及び耐倒伏性品種への転換が図られている。冬作のイタリアンライグラスでは、冬季の低温緩

和により増収するケースと、干ばつによって減収したケースが報告された。イタリアンライグラスについては、近年播種期が広がり、従来の10月中旬から多少遅れて11～12月に播種しても生育できるようになったとの報告が多かった。ライムギについては、湿害による減収が報告された。

また、デントコーンあるいはイタリアンライグラスの収穫期の多雨は、適期に収穫できないことによりサイレージ品質の低下を生じさせており、特に収穫機械をレンタルして利用している酪農家への影響は大きい。

気候との関係は定かではないが、クマ、イノシシ、サルあるいはシカの獣害の増加が報告された。クマ、イノシシ、サルは、デントコーンを食害し、残された部分をサイレージにしても獣臭のため乳牛の嗜好性を著しく損なうとの指摘があった。気候変動により山のえさが少なくなると、シカに放牧場の牧草が食べられてしまうとの報告があった。

(2) 妥当性確認

気象庁の過去の気象データを参照すると、1989年と2019年の8月の平均気温は、黒磯観測所においては23.3℃から25.3℃へ、那須観測所においては20.9℃から22.5℃へ、いずれもこの30年で2℃近く上昇している。また、年間を通じた1日当たりの最大降水量は、黒磯観測所においては137mmから289mmへ、那須観測所においては203mmから332mmへ、いずれも100mm以上の大幅な上昇である。この数字は、那須塩原市の気候が、気温の上昇と共に激しい降雨に襲われる日が増えていることを示している。

(3) 課題

気温の上昇に対しては、栽培時期をスライドさせることである程度の対応が可能だが、多雨や激しい降雨に対しては対応が困難であり、今後の課題である。

(4) 今後の展開

今後は、県や国の試験場と連携して、耐高温性だけでなく、耐湿性についても考慮に入れた牧草の品種改良が期待される。また、レンタル機器の充実により、気象状況に応じて臨機応変に収穫等の作業に当たれるような体制を構築することも効果的と思われる。

4-2-7 酪農

(1) 情報収集結果

様々な飼養形態で酪農を営む農家へのヒアリングを実施した結果、全ての農家が夏季の気温の上昇と年間を通じた降水量の極端な変動を実感していた。とくに気温の上昇が乳牛に及ぼす影響は甚大で、夏季の乳量の低下、乳脂率の低下、発情の微弱化、発情・人工授精後の受胎率の低下、あるいは乳房炎の増加など、生産性に対する多くのネガティブな影響をもたらしていることが明らかとなった。これに対する対策として、多くの農家が扇風機増設や細霧装置の設置などのハード面と、給餌の回数の増加や夜間給餌、抗酸化機能の高い添加剤の利用などのソフト面の双方から対策を講じ、結果的に廃用牛の増加は最小限に抑えられている状況も明らかとなった。

(2) 妥当性確認

近年、日本の酪農形態は多頭数化が進んでおり、那須塩原市はその最先端地域の一つである。現状では、200頭以上の多数の乳牛をフリーストールで管理する飼養形態から、30頭前後の少数の乳牛を繋ぎ飼いで管理する飼養形態まで、多様な飼養形態の酪農家が広い地域に混在している。しかしながら、気候の変化に対する実感や、その変化のうち特に夏季の気温の上昇が乳牛に及ぼす影響と、その影響を最小限にするための対策については、頭数や飼養形態、所在エリアに関係なく、ほぼ一貫していた。

本市を初め、日本で飼養管理されている乳牛はほとんどがホルスタイン種である。ホルスタイン種は原産地が冷涼な北ヨーロッパであり、また乳生産による代謝等による熱産生も多く、暑熱耐性が弱い。25℃を上回ると暑熱ストレスを感じ、呼吸数の増加等によりエネルギーのロスが増大する¹⁾。結果的に、乳量や乳脂率、無脂固形分率などの低下により生産性は低下する²⁾。その生産性の低下は、気温が30℃を上回るとより顕著となる。また、発情兆候の微弱化による人工授精実施回数の減少や卵子の質の低下による妊娠率の低下は分娩間隔を長引かせ、収益性の低下をもたらす。暑熱ストレスにより免疫力が低下し、乳房炎等の発症率が上昇することも指摘されている。

気象庁の過去の8月の気象データを参照すると、黒磯観測所における一日の平均気温が25℃を上回った日は、1989年に3日だったのに対し、2019年には19日に、最高気温が30℃を上回った日も3日から17日と、それぞれ大きく増加している。那須観測所においては、一日の平均気温が25℃を上回った日は、1989年には0回、2019年には3回に、最高気温が30℃を上回った日も0回から7回と、やはりそれぞれ大きく増加している。かつては夏季が比較的冷涼で酪農に適すと言われていた本市の気候が、ここ30年で大きく変化し、今や8月には乳牛の生活適温を大きく上回っている実態が判る。前述した農家の夏季の高温化の実感やその暑熱ストレスを受けた乳牛の変化、それらと関連した生産性の低下は、これらの気象データと間違いなく関連していると考えられる。

(3) 課題

気温の上昇がもたらす暑熱ストレスは乳牛の生産性の低下を招き、農家の経営にとって大きなリスク要因となる。また、発情兆候の微弱化や妊娠率の低下は分娩間隔の延長を招き、やはり間接的な経営悪化の要因となる。さらには、暑熱ストレスに起因する食欲の低下や免疫力の低下による疾病発生率の上昇や、それによる廃用頭数の増加は、農家にとって直接的な損失となる。今回の情報収集により、このような厳しい状況下で、農家が補助金も活用しながら様々な対策を講じている現状が明らかとなった。具体的には、扇風機増設や細霧装置の設置などのハード面と、給餌の回数の増加や夜間給餌、抗酸化機能の高い添加剤の利用などのソフト面からの対策を複合的に講じている。これらの対策により、ある程度の生産性の低下は許容した上で、乳牛の疾病、廃用件数をできるだけ最小化してなんとか踏みとどまっている。しかしながら、最高気温が30℃を超える日が連続するような近年の8月の天候は、従来の対応ではカバーしきれない深刻な影響を、乳牛に及ぼしつつある。より強力な暑熱対策をどう構築して行くかが重要な課題である。

(4) 今後の展開

前述の通り、本市には、昔ながらの小規模な繋ぎ飼い農家から、大規模のフリーストール農家まで多様な農家が混在している。また、フリーストール農家も、従来の数百頭の規模の農家から数千頭規模の最先端の農家まで多様である。今回の調査では、飼養管理体制に関わらず、同じような対応を講じている傾向が見られた。今後は、飼養管理方式毎のよりきめ細かい暑熱対策や補助金の活用などについて、自治体・酪農業共同組合・獣医師・生産者が一体となった対応が必要である。

1) 長尾ら. 2009. 日本畜産学会報 80:349-357.

2) 長尾ら. 2009. Animal Behavior and Management 45: 153-160.

4-2-8 病害虫

(1) 情報収集結果

病害虫のうち、主要な害虫は従前よりアブラムシ類、コナジラミ類、ハモグリバエ類であり、大きな変化はないが、薬剤に対する感受性の低下が感じられるとのことであった。また、温暖化により、病害虫の発生期間が長期化し、薬剤の散布回数も以前よりも増加傾向にあるとのことであった。病気に関して、トマトにおいてウイルス病と思われるものが見つかった(図 4-2-8(1))。温暖化の影響で温暖な地域で発生するウイルスが北上している可能性があるため、持ち帰り、ウイルスの種類を同定する検査を実施した。



図 4-2-8(1) 黄化を示すトマト

ネギではアザミウマ類が主な害虫となっているとのことであった。防除に使用する薬剤については農家によって異なっており、被害状況の報告に差がみられた。水稻ではウンカ類、ヨコバイ類、カスミカメムシ類の発生が見られるようである。キャベツではアザミウマ類の発生が見られるが、大きな被害は出ていないとのことであった。ホウレンソウではホウレンソウコナダニの発生が増加しているようである。

(2) 妥当性確認

PCR 検査によりトマトに感染するウイルスの検出を試みたところ、トマト黄化葉巻ウイルス (TYLCV) とトウガラシ縮葉モザイクウイルス (PMMoV) が検出された(図 4-8-2(2))。

PMMoV はトマトには感染しないとされるウイルスであり、トマトでの感染は初の報告である。TYLCV は 1996 年に東海地方で初発生が確認されたマイルド系統であったため、媒介虫であるタバココナジラミが温暖化に伴い北上したと考えられる。

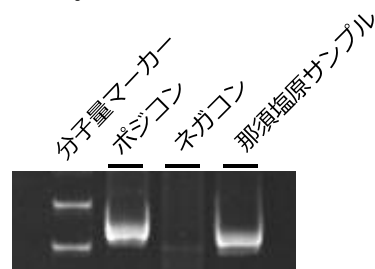


図 4-8-2(2) トバモウイルス属ウイルスの検出結果
(塩基配列解析により PMMoV と同定された)

(3) 課題

ウイルスを保持したタバココナジラミの蔓延が懸念される。また、PMMoV を媒介する昆虫はいないが、農作業での接触や灌水により容易に伝染するため、慎重な栽培管理が求められる。

(4) 今後の展開

多くのウイルス病は昆虫が媒介するが、温暖化に伴い、圃場への新規ウイルスの導入や発生の広がりが危惧される。生理障害に似た場合もあり、ウイルス病に気付かない場合もあるため、早期に診断し対処することが重要となる。

ウイルスによる病気は生理障害と見分けが付きにくく、対策が遅れると被害の拡大につながる。今回の調査ではトマトにおいてトマト黄化葉巻ウイルス (TYLCV) とトウガラシ縮葉モザイクウイルス (PMMoV) が検出された。TYLCVはタバココナジラミにより媒介されるため、圃場周辺の雑草管理、0.4 mm以下の目合のネットによるハウス内侵入の防止など、「栃木県トマト黄化葉巻病 (TYLCV) 封じ込めマニュアル」¹⁾に従い対策を行うことが望ましい。トマトにおけるトウガラシ縮葉モザイクウイルス (PMMoV) の発生は初の報告であり、おそらく突然変異により感染能力を獲得したと考えられる。対策は同属のウイルスでトマトに感染するトマトモザイクウイルス (ToMV) と基本的には同じであるが、近年栃木県で発生が確認された、抵抗性を打破する ToMVの新系統²⁾と同様に、*Tm-2a* 抵抗性遺伝子を打破するため、より慎重な対策が求められる。

害虫については、発生する害虫種に大きな変化はないが、薬剤に対する感受性の低下が進みつつあることが示唆された。この原因の一つとして、温暖化により害虫の発生期間が長期化し、薬剤散布回数が増加したことが考えられる。今後は各種害虫の薬剤感受性試験を行い、防除効果の高い薬剤を明らかにし、使用を推奨する必要がある。しかしながら、薬剤感受性試験は時間がかかる上に、発生初期には試験に必要な個体数を揃えることができない可能性がある。そのため、少数の個体を用いて、より短時間で薬剤感受性を明らかにするための手法が開発されることが望ましい。今回、薬剤感受性の低下が顕著であったアザミウマ類やコナジラミ類については、いくつかの基幹防除薬剤に対する抵抗性に関わる遺伝子変異が報告されている。今後は、異なる地区のネギ圃場においてアザミウマ類やコナジラミ類の採集を行い、抵抗性に関わる遺伝子変異の有無を調べる必要がある。もし、遺伝子変異が検出された場合は、PCR や LAMP 法などの手法を用いて、その変異を検出あるいは定量するための手法を開発する必要がある。また、アザミウマ類やコナジラミ類については、天敵を利用した防除が検討されている。今後の調査では、害虫のみならず、天敵の発生についても調査を行う必要がある。もし、天敵が発生しているようであれば、その防除効果を最大限に生かすために、天敵に対する影響の少ない薬剤を明らかにする必要がある。さらに、害虫に対して防除効果の高い薬剤と天敵の併用の可能性についても検討を要する。温暖化がニホンナシにおけるハダニ発生に及ぼす影響、イチゴにおけるハダニ類やアザミウマ類の発生に及ぼす影響、ハウレンソウにおけるハウレンソウコナダニの発生と薬剤感受性の低下についてもより詳細に調査を行う必要がある。加えて、ナシでは気候変動や温暖化が訪花昆虫による授粉などの生態系サービス^{*}に及ぼす影響についても調べる必要がある。

※生態系サービスの詳細については、7-3-2 (3) Eco-DRR 「生態系に基づく防災・減災」にて後述する。

- 1) 栃木県. 2006. 栃木県トマト黄化葉巻病 (TYLCV) 封じ込めマニュアル.
<http://www.pref.tochigi.lg.jp/g04/work/nougyou/keiei-gijyutsu/documents/1188555267974.pdf>
- 2) 栃木県農業環境指導センター. 2011. 平成 23 年度病害虫発生予察特殊報 1 号.
<http://www.jpnp.ne.jp/tochigi/file/yosatu/H23/tokusyuhou/H23tokushu01/tokushuhou201101.pdf>

4-2-9 雑草

(1) 情報収集結果

農家へのヒアリングの結果、水田では水田内に発生する雑草として、オモダカ、クログワイの発生増加が情報として寄せられた。また、畦畔雑草の発生量の増加と生育が速くなり、これまで3回で済んでいた除草作業を4回に増やして対応している回答があった。畑ではスベリヒユの増加、セイタカアワダチソウのように外来雑草の増加が目立つとの回答があった。

(2) 妥当性確認

オモダカ、クログワイ増加と温暖化の関係について、既往の研究成果には両者の関係を明確に論じたものはない。増加の一要因として仮説ながら考えられる点を挙げておく。これらの塊茎は河川用水を通じて上流から下流の水田に入り込み、そこで増殖する例が多いことからみて、近年の水田農業従事者の高齢化や廃業に伴う水田管理の不徹底によって塊茎が拡散している可能性が考えられる。水温の上昇も有利に作用している可能性がある。

畦畔管理に関しては2000年代以降、5月～7月の平均気温の上昇が特に顕著であり、1980年代に対して1℃、期間によっては1.5℃以上上昇している半旬もみられる。この間の降水量も高温傾向ほどではないものの漸増傾向にあり、高温化と多降水が雑草発生始期の早期化や発生量の増加につながっていると考えられる。

(3) 課題

オモダカ、クログワイは多年生、塊茎による増殖であり、発生時期が初中期一発処理除草剤の抑草効果が切れる散布後20日過ぎから始まる点が防除を一層困難なものにしている。このため、一度圃場に入り込むと根絶が難しい。畦畔雑草の処理は作業通路としての確保、病害虫発生源、特に斑点米カメムシ根絶面からも重要である。中山間では相対的に畦畔が水田に占める割合が高くなるため、労力負担が大きくなりやすい。畑作では水田作のように除草剤の数が多くない。播種直後の土壌処理剤による初期抑草はできても、その後発生する諸雑草に有効な茎葉処理剤は限られ、処理時期を一度逸すると物理的防除しかない。

(4) 今後の展開

オモダカ、クログワイのような多年生難防除雑草の対策には、除草剤の体系処理が有効である。単年度では根絶が難しい場合が多いので、数年かけて対策を継続するしかない。畦畔の雑草対策としては、育成に時間がかかるもののカバープランツの導入も一方策である。斑点米カメムシの抑制観点からはイネ科以外の植物であるハーブなどが効果的である。高温や強い直射日光にやや弱い施工箇所への考慮も必要であるが、比較的冷涼な当地域では有望である。既存雑草との競合が育成時の課題であるので、区画整理後などが好機である。イネ科であるが、センチピドグラスは畦畔被覆完成には2年ほどかかるものの、その後の維持管理は比較的容易である。畑では、マルチ栽培が有効であると考えられる。

4-2-10 野生鳥獣による影響

(1) 情報収集結果

食用・園芸作物のヒアリング対象者 21 件の回答のうち、野生鳥獣の種名を具体的に挙げた回答は 18 件 (86%) であった。鳥獣による農作物被害状況に関する回答が 15 件 (71%) と多く、その中で鳥獣の個体数増加を明確に気候変動と関連付けた回答は 3 件 (14%) となった。また、訪花性昆虫の減少やダニ、ヤマビルが増加を感じる等の、哺乳類以外の動物についての言及は 4 件 (19%) となった (図 4-2-10(1))。

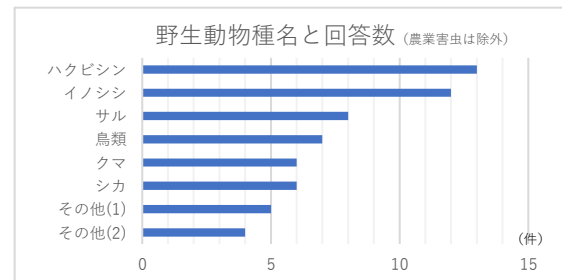


図 4-2-10(1) 回答のあった野生鳥獣・動物名

その他(1): その他の哺乳類 (キツネ、タヌキ、ネズミ等)。
その他(2): 哺乳類以外の動物 (ウシガエル、ジャンボタニシ、訪花性昆虫類、ダニ、ヤマビル)。

(2) 妥当性確認結果

近年の気候変動、特に温暖化による野生鳥獣への影響については、①積雪の減少による死亡率の低下 (ニホンジカ、イノシシ等)、②行動圏や生息可能地域の拡大や北上 (ニホンジカ、イノシシ等)、③獣類の個体数増加・分布拡大に伴うダニ・ヤマビルの分布拡大等について、可能性が報告・指摘されている^{1, 2, 3, 4)}。ニホンジカやイノシシについては、全国の状況と同様に本地域でも気候変動に起因する個体数の増加が推測される。ただし今回のヒアリングでは、ハクビシンを挙げる回答者が多かった。2012 年度に那須塩原市内で回収された野生哺乳類遺体 174 個体のうち、ハクビシンはタヌキに次いで 2 番目に多く⁵⁾、山岳地帯より市街地側で多く回収されていた。したがって今回のヒアリング結果は、温暖化との直接的な関連性は不明なもの、近年の本地域におけるハクビシンの継続的な定着を示している。

(3) 課題

ハクビシンは農業被害、家屋汚損に加え、ニホンジカやイノシシと同様に人獣共通感染症を媒介するダニを持ち込む等、生活環境被害の恐れもある。また、ハクビシンやカラス、スズメ等による農業被害 (食害) を確認しながらも、被害は許容範囲、あるいは被害は無いとする回答も見られた。一方で他の回答者からは、イノシシによる泥浴び被害の深刻化によって水稻栽培を諦めた農家についての言及もあり、早期の鳥獣対策の意識を醸成することが課題と言える。また、気候変動に伴う降水量変化による湖沼の渇水、増加した大型哺乳類による湿地の踏み荒らし、本地域では未確認⁶⁾とされているウシガエル (特定外来種) やヌマガエル (国内外来種) の温暖化に伴う北上は、本地域の貴重な自然生態系を脅かす可能性がある。環境省及び県のレッドリスト記載種であるクロサンショウウオやモリアオガエル等、本地域に生息する希少な動物種の現状把握も課題である。

また、飼料作物に関する聞き取りの中で「気候変動により山のえさが少なくなると、シカに放牧場の牧草が食べられてしまう」との報告を得た。「観光施設の完成後に動物を目にすることが増えた気がする」という回答も寄せられており、自然環境の観光産業への人為的活用や気候変動と野生鳥獣との関連性を科学的に明らかにしていく必要がある。

(4) 今後の展開

野生鳥獣の被害防止には、被害初期段階での対応が非常に重要となってくる。防災への備えと同様に、気候変動によって今後予測される被害を想定して、対応策を取りまとめて地域で共有することが必要である。さらに、観光産業として地域の自然環境を活用することにより、野生鳥獣の動きに変化を及ぼし、軋轢を生じさせる場合がある。気候変動対策の話し合いの場と併せて、農業被害防止だけでなく生活安全被害防止の観点からも、野生鳥獣の出没や被害状況の継続的なモニタリング、情報共有と今後の方針検討の場の体制構築が求められる。

1) 環境省. 2015. いま、獲らなければならない理由. https://www.env.go.jp/nature/choju/docs/docs5/imatora_fin.pdf

2) 例えば、奥村. 2014. 森林野生動物研究会誌 39:34-38.

3) 例えば、山内ほか. 2020. 衛生動物 71(2):101-104.

4) 岸本. 2010. 兵庫ワイルドライフモノグラフ 2巻. 39-43.

5) 近藤. 2014. 那須野が原博物館紀要 10:25-42.

6) 那須塩原市. 2010. 那須塩原市動植物実態調査報告書（西那須野地区・塩原地区）. 259-264.

4-2-11 熱中症

(1) 情報収集結果

農家へのヒアリングの結果、すべての農家で近年著しい夏季の暑さのため、農作業時の健康管理面などに不安を持ち合わせていた。熱中症対策は雇用労働を採り入れている農家では、雇用者への労務安全面からも軽視できないとの回答もあった。現在採り入れている具体的な対応策として、休憩時間（回数）を増やす、作業を早朝から実施するなどの方策が採られていた。

(2) 妥当性確認

1980年代と2010年代の6月～9月の月別平均気温、最高気温を比較すると、1980年代が低温傾向であったことを差し引いて考えても、2000年代以降、特に2010年代の気温上昇が顕著である。2010年代は6月～9月の平均気温で1℃以上、最高気温はさらに上昇幅が大きく、同期間でみると最小の8月でも1.8℃、最大の7月では2.7℃に達している。5月も2.4℃の上昇であった。8月平均気温は2020年が過去最高の25.7℃、日最高気温も35℃以上の猛暑日が出現するようになってきている。那須塩原市は県内でも冷涼な気候であるが、8月第1、2半旬の最高気温は33℃を超えることが珍しくなりつつある。このため、夏季の農作業での労働負荷が大きくなりつつあると考えられる。

(3) 課題

本来、盛夏期を中心とした対応が求められるところであるが、5月の気温上昇幅が大きいことからみても、熱中症対策はもはや盛夏に限ったものではなく、初夏から対策を講じる必要がある。熱中症対策に対する経営者の意識改革も必要である。

(4) 今後の展開

熱中症対策としては、気温のほか湿度や風、日照などの気象要素も対策を講じていく上で重要である。特に水田はもとより畑などでの露地作物栽培では基本的に炎天下の作業になるため、日

照の条件も見逃すことはできない。気温の全般的な推移に関しては前述の通りであるが、日照時間については1980年代の比較によれば2000年代以降、盛夏期の7～9月はむしろ減少傾向である。その一方で初夏に当たる5、6月はむしろ増加する傾向にある。身体がまだ暑さになれていない5、6月は気温の上昇も含め熱中症対策に十分に注意を払う必要がある。農作業経営者はWBGT計を携行して、一定の数値以上では屋外での農作業を中止する、あるいは労力負担がより小さい作業内容へ変更するなどの対応が求められる。WBGT計はまだ所持していない経営体も多いので、公的助成で購入を推進し、その使用法について熱中症対策と絡めて研修会を開くなどの対応も考えられる。

4-3 課題と今後の展開

(1) 課題の総括

農業においては、夏季の気温の上昇、梅雨時の長雨、低日照の長期化、ゲリラ豪雨、台風の巨大化といった近年の気候変動の影響を受けていることが明らかとなった。

2010年代に入って水稻の出穂期にあたる8月上旬に当該期間の高温傾向がはっきりしつつあり、現場での感覚とも一致している。収量の低下は当然のことながら収益不足を招き、品質低下も検査等級の低下を招くことで、収益不足につながっている。

野菜類ではアスパラガスやホウレンソウなどにおいて、高温による品質の低下がみられた。また、一季成りイチゴ品種の促成栽培における花芽分化の誘導の遅れや四季成りイチゴの奇形果が課題となってきている。果樹分野では、‘豊水’などみつ症の発生しやすい品目に注視し、環境要因との関係や対策についてはさらなる検討が必要である。栃木県では、挿し木による自根苗でみつ症の発生が抑制されることを報告している。‘玉林’はアントシアニンをほとんど生成しないため、高温対策として、期待される品種ではあるが、前述のように2000年代以降、盛夏期の7～9月の日照時間は減少傾向であることから、採光環境の改善が課題である。夏秋ギクの貫生花は昼30℃以上で頻出するため、施設内の気温の低下を図る。穂冷蔵または苗冷蔵により、奇形花発生の緩和を図る。

麦類では主に播種期と麦粒の外観品質低下に関する問題点のほか、春季以降の雑草の増加、出穂期前後の赤かび病、収穫時期の降雨による湿害の発生なども懸念される。大豆では収穫時期の障害が問題点である。飼料作物では、冬季の低温が緩和されたため、冬作のイタリアンライグラスのようにやや増収するケース、従来10月中旬から多少遅れて11月、12月に播種しても生育できるようになったとの報告が多かった。一方で、ライムギでは、湿害による減収が報告された。デントコーン、イタリアンライグラスの収穫期の多雨は、収穫機械をレンタルしている酪農家の経営を圧迫し、サイレージ品質の低下を起こしている。飼料作物畑における雑草の発生は、近年の温暖化により、発生時期が早期化し、それに伴って発生期間も長期化している。

酪農において、暑熱ストレスは乳牛の生産性の低下、分娩間隔の延長、食欲の低下や免疫力の低下による疾病発生率の上昇や、それによる廃用頭数の増加など、農家の経営にとってのリスク要因となってきている。そのため、扇風機増設や細霧装置の設置などのハード面と、給餌の回数増加や夜間給餌、抗酸化機能の高い添加剤の利用などのソフト面からの対策が複合的に講じられている。しかし、近年の最高気温が30℃を超える日が連続するような天候は、従来の対応では

カバーしきれない深刻な影響を乳牛に及ぼしつつあるため、より強力な暑熱対策が求められる。

主要な害虫は従前よりアブラムシ類、コナジラミ類、ハモグリバエ類であり、大きな変化はないが、薬剤に対する感受性の低下が感じられるとのことであった。また、温暖化により、病害虫の発生期間が長期化し、薬剤の散布回数も以前よりも増加傾向にあるとのことであった。現地のトマトから、PCR 検査によりトマト黄化葉巻ウイルス (TYLCV) とトマトには感染しないとされるトウガラシ縮葉モザイクウイルス (PMMoV) が現地で検出された。TYLCV は 1996 年に東海地方で初発生が確認されたマイルド系統であったため、媒介虫であるタバココナジラミが温暖化に伴い北上したことが推察され対応が望まれる。

気候変動との関係は定かではないが、クマ、イノシシ、サル、シカの獣害の増加が多数報告されている。また、気候変動に伴う降水量変化による湖沼の渇水、増加した大型哺乳類による湿地の踏み荒らし、ウシガエル (特定外来種) やヌマガエル (国内外来種) の温暖化に伴う北上は、本地域の貴重な自然生態系を脅かす可能性がある。

農業従事者の健康面では、5 月の気温上昇幅が大きいことから、熱中症対策はもはや盛夏に限ったものではなく、初夏から対策を講じる必要がある。

(2) 今後の展開

今後も温暖化が続くとすれば、各品目において対策を講じる必要がある。例えば水稲において、年間で最も高温になる 8 月の第 1、2 半旬に出穂・開花期を迎える作期を見直し、移植時期を遅くして出穂期を 8 月下旬にすることや高温登熟耐性が強い品種導入が対策として挙げられる。このほか、高温対策として、出穂・登熟期のかけ流し灌漑も有効であるが、用水不足の懸念もあり、十分な検討が必要である。

野菜や花卉類の夏季のハウス栽培における換気、散水、細霧冷房などにより、過度な高温を抑えること、耐暑性の強い品種の選択と収量・品質を落とさない遮光資材の開発などが望まれる。細霧冷房などは比較的 low コストで温度を下げるができるが、ハウス内の湿度を高めるため、キクでは白さび病などの発生を招く恐れがある。白さび病の発生を助長せず、低コストでキク温室の温度を下げる方法の開発が待たれる。また、那須塩原市においてもイチゴの夜冷短日処理などを拡充させる必要が出てくると考えられる。

ナシのみつ症については、当面はカルシウム剤の葉面散布、石灰施用、着果負担の適正化で対応する。リンゴ‘ふじ’のみつ入り不足にも、着果負担の適正化や葉果比の調整などが必要になる。‘玉林’の着色については、着果負担の適正化、剪定及び葉かきによる日当たりの確保などの対応が必要となる。

麦類では、今後も引き続き秋季の温暖化の進行が十分に予想されるため、播種時期をはじめとする収穫期までの栽培計画の見直しや、登熟期の降水の漸増に対応するため、明渠排水を中心とした排水対策も講じる必要がある。大豆の播種時期は梅雨の後半と重なるため、播種後の湿害対策が重要である。また、秋季の温暖化を考慮し、晩播と晩期収穫を中心とした栽培時期の再検討と、品種選定も併せて検討するべきであろう。

本市には、小規模から大規模農家まで多様な形態の酪農家が混在している。今後、飼養管理方式毎のよりきめ細かい暑熱対策や補助金の活用などについて、自治体・酪農業協同組合・獣医師・

生産者が一体となった対応が必要であろう。

温暖化がニホンナシにおけるハダニ発生、イチゴにおけるハダニ類やアザミウマ類の発生、ホウレンソウにおけるホウレンソウコナダニの発生と薬剤感受性の低下などに及ぼす影響についてもより詳細な調査が必要である。今回検出された TYLCV や PMMoV などの多くのウイルス病は昆虫が媒介するため、温暖化に伴い、圃場への新規ウイルスの導入や発生の広がりが危惧される。生理障害に似た場合もあり、ウイルス病に気付かない場合もあるため、早期に診断し対処する必要がある。

野生鳥獣の被害防止には、被害初期段階での対応が非常に重要であるため、気候変動によって今後予測される被害を想定して、対応策を取りまとめて地域で共有することが必要である。また、農業被害だけでなく人獣共通感染症等の生活安全被害防止の面からも、野生鳥獣の出没や被害状況の継続的なモニタリングと情報共有の体制構築が求められる。さらに、レッドリスト記載種であるクロサンショウウオやモリアオガエル等、希少な動物種の現状把握も行うべきであろう。また、気候変動だけでなく、地域の自然環境の観光利活用と野生鳥獣の出没増加の関連性についても、科学的根拠に基づく情報の発信が必要である。

農業従事者の健康を守るため、熱中症対策に対する経営者の意識改革も必要である。