

発刊のことば

北海道立総合研究機構農業研究本部では、現在、林業・工業分野を専門とする道総研内の他研究本部と共同で、戦略研究「地球温暖化と生産構造の変化に対応できる北海道農林業の構築（平成21～25年）」を実施している。本研究は、近年の地球温暖化による気候変動や農林業従事者の減少に伴う生産基盤の脆弱化に対応するため、農作物の気象反応予測と温暖化適応策の提示、炭素固定能の高い木材生産・利用システムの構築、道内農林バイオマス資源の特性把握と環境・経済性評価を行い、持続的な北海道農林業の発展に寄与しようとするものである。

本資料は、この戦略研究のうち、平成21～22年度を研究期間とする小課題「気候変動が道内主要作物に及ぼす影響の予測」の成果をとりまとめたものである。本成果は「地球温暖化が道内主要作物に及ぼす影響とその対応方向（2030年代の予測）」として、平成22年度北海道農業試験会議（成績会議）において指導参考事項に採択され、普及に移されている。資料には、この指導参考事項の内容に新たな解析も加え、小課題全体の成果を記載した。

本資料が、今後の温暖化対応研究の新展開と、各種適応技術導入・実践の一助となれば幸いである。

平成23年10月

北海道立総合研究機構 農業研究本部
中央農業試験場 場長 竹田 芳彦

研究の全体構成・実施体制

戦略研究「地球温暖化と生産構造の変化に対応できる北海道農林業の構築（平成 21～25 年）」は、持続的な北海道農林業の維持・発展に資するため、農業・林業・工業分野を専門とする道総研の各試験研究機関が密接に連携しながら、下記の課題構成で実施中である（カッコ内は担当機関）。

戦略研究「地球温暖化と生産構造の変化に対応できる北海道農林業の構築」

1. 気象変動が道内主要作物に及ぼす影響の予測（農業試験場，畜産試験場）
2. 炭素固定能の高い木材生産システムの確立
 - 1) 炭素固定能の高い品種の選抜と増殖技術の改善
（林業試験場，林産試験場）
 - 2) 炭素固定向上を図る育林システムの確立
（林業試験場，林産試験場，北海道大学）
3. 農林バイオマス資源の特性評価と有効利用策の検討
 - 1) 新規資源作物の特性評価と栽培法
（農業試験場，畜産試験場，雪印種苗株式会社）
 - 2) 林地残材の経済的集荷可能量評価
（林業試験場，林産試験場，株式会社イワクラ）
 - 3) 各種バイオマスのエタノール発酵特性の検討（工業試験場）
 - 4) バイオマス利用における環境・経済性評価
（農業試験場，林業試験場，林産試験場）
 - 5) 農林バイオマス資源の有効利用策の検討
（同上）

本資料は、このうち平成 21～22 年度を研究期間とする小課題 1. 「気象変動が道内主要作物に及ぼす影響の予測」の研究成果をとりまとめたものである。

本小課題の実施にあたっては、中央農試，十勝農試，畜試の各実務担当者による日頃の意見交換に加え、毎年 2～3 回、課題関係者全員による設計・成績検討会などを開催し、研究の進捗状況や成果の見通し等について論議を重ねてきた。

また、下記 2 名の方々には、戦略研究の専門委員として、研究の遂行に当たって適切なご指導、ご助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

北海道農業研究センター 研究支援センター長

山縣 真人 氏

独立行政法人 森林総合研究所 北海道支所 地域研究監 佐々木 尚三 氏

研究成果の概要

1. 目的

地球温暖化が道内の水稻、畑作物および飼料作物の生育や収量、品質等に及ぼす影響を2030年代を対象に予測し、将来想定される課題への技術的対応方向を提示する。

2. 研究方法

1) 温暖化気候データの整備：既往の温暖化気候予測データ（Yokozawa et al., 2003）を活用し、2030年代の気象要素データを整備。

2) 水稻・畑作物・飼料作物に対する影響予測

- ・ねらい：地球温暖化が道内の水稻、畑作物（小麦、てんさい、ばれいしょ、大豆、小豆）、飼料作物（牧草、飼料用とうもろこし）の生育・収量等に及ぼす影響を予測する。
- ・方法：定期作況、奨励品種決定現地調査などのデータ等を用いて、生育と気象要素との関係をモデル化し、1)の温暖化気候データをあてはめて2030年代の状況を予測。

3. 成果の概要

1) 2030年代の気候データ（気候モデル：CCSR/NIES）によれば、月平均気温は現在（1971～2000年を統計期間とする平年値）から1.3～2.9℃（平均2.0℃）上昇。5～9月は平均1.8℃昇温し、日射量は現在の0.85倍に減少。年降水量は現在の1.2倍で、6、7月に多雨傾向となる。これに基づき、2030年代の各作物の状況を予測した。

2) 水稻（表1）：安全出穂期間が大幅に拡大し遅延型冷害の発生は減少するが、冷害危険期の昇温程度は小さく障害型冷害のリスクは依然として大きい。登熟環境からみた収量性は現在並かやや増加する。登熟期間の昇温で産米のアミロース含有率が低下し良食味化が期待される。タンパク質含有率はわずかに低下する。

表1 温暖化による水稻の安全出穂期間、冷害危険期の平均気温、食味関連項目の変化（きらら397、成苗）

地点	年代	安全出穂期間 ¹⁾	Δ同左 ²⁾	冷害危険期の平均気温 ³⁾ (°C)	Δ同左 ²⁾	タンパク ⁴⁾ (%)	Δ同左 ²⁾	アミロース ⁵⁾ (%)	Δ同左 ²⁾
旭川市	現在	7/23～8/6(14日)	+13	20.6	+0.2	7.5	-0.1	21.0	-0.6
	2030年代	7/15～8/11(27日)		20.8		7.4		20.4	
岩見沢市	現在	7/27～8/12(16日)	+20	20.5	+0.6	7.5	-0.1	20.9	-0.9
	2030年代	7/16～8/21(36日)		21.1		7.4		20.0	
北斗市	現在	7/30～8/17(18日)	+25	20.5	+0.2	7.4	±0	20.7	-1.1
	2030年代	7/18～8/30(43日)		20.7		7.4		19.6	

¹⁾ 早限出穂期～晩限出穂期でカッコ内はその日数。早限出穂期は出穂前24日以降30日間の平均気温が20℃に達する日。出穂晩限期は出穂後40日間の日平均気温積算値が750℃となる日。

²⁾ 左の項目の2030年代と現在の差。プラスは現在よりも増加、マイナスは減少。

³⁾ 現在および2030年代の気象はそれぞれ地点近傍アメダス平年値およびCCSR/NIES。旭川市についてはデータがなかったので比布町のデータで代用。

⁴⁾ 精米タンパク質含有率 = $0.0000425(x-849)^2 + 7.4$ (丹野, 2010)により推定。x: 出穂後40日間の積算日平均気温(°C)。

⁵⁾ 精米アミロース含有率 = $-0.0137x + 31.776$ (丹野, 2010)により推定。xは同上。

3) 秋まき小麦（図1）：融雪期の早まりと春季以降の昇温で起生期と成熟期は前進するが、登熟日数は現在と大差ない。収量は5月以降の日射量の減少で現在より8～18%低下する。開花期～成熟期の降水量の増大により、水分ストレスが緩和される一方で倒伏や

穂発芽の増加が懸念される。播種適期は6～10日遅くなる。

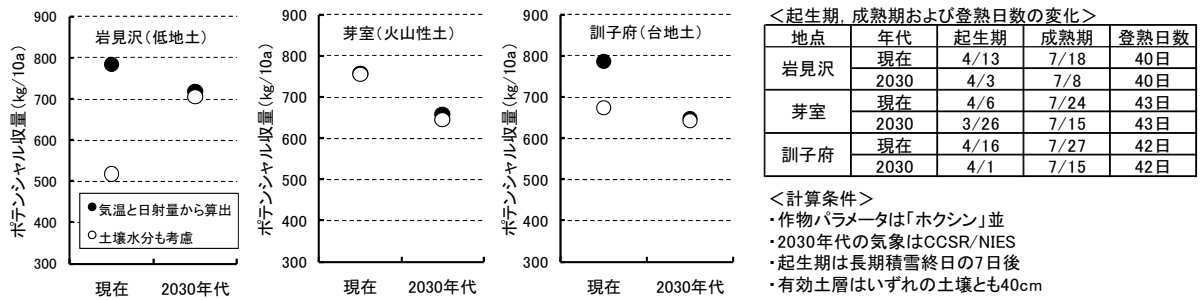


図1 作物モデル WOFOST による 2030 年代の秋まき小麦の生育予測 (対象品種「ホクシン」)

4) てんさい (図2): 生育期間が現在並であれば、気温の上昇により収量 (根重) は増大する (現在平均 56 t/ha→62 t/ha) が、根中糖分は低下する (同 17%→16%)。高温病害の初発が早まり発生量も多くなる。

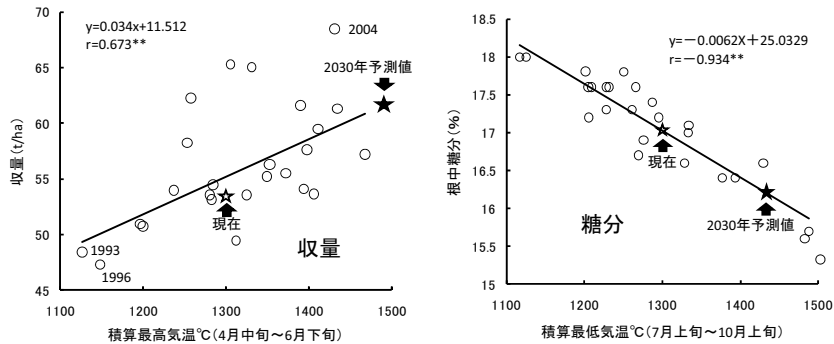


図2 気温とてんさい根重、根中糖分との関係 (全道平均)
 気温は各地区を代表するアメダスデータを作付面積で加重平均して算出。収量および糖分は全道平均値。図中の矢印は現在と 2030 年代 (CCSR/NIES) の位置付け。

5) ばれいしょ: 収量は現在より約 15%減少し、減収要因は気温の上昇よりも日射量の減少にある。気温上昇に伴って植付期を前進させても収量の変化は小さいが、紅丸相当の熟期でも収穫期は9月中旬まで早まる。

6) 大豆 (図3): 播種期を現在並とすると開花期、成熟期は6～9日程度早まる。「道産豆類地帯別栽培指針」での地帯区分は、現在よりも熟期の遅い品種が栽培可能となる方向に1～2ランクシフトし、安定栽培地域が拡大する。熟期が「やや早」の「ユキホマレ」の収量は現在の6～8月平均気温が18℃以下の地域では増収するが、それ以上では減収するため、気温上昇により増収が期待できる中生品種の選定が必要となる。

7) 小豆: 開花期と成熟期は7～10日早まり、栽培可能地域が根室管内にまで拡大する。主産地の十勝・オホーツクで増収、後志・渡島で微増、上川・空知で減収となり、現状の作付面積で試算すると道内全体では12%の増収となる。登熟期間の昇温で百粒重が低下し、道南、道央の一部で規格内歩留の低下が懸念される。

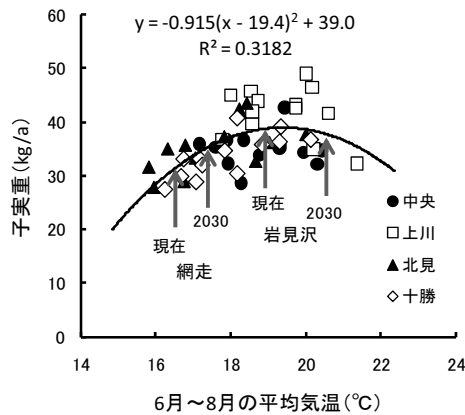


図3 大豆「ユキホマレ」子実重と6～8月の日平均気温との関係
中央、上川、北見、十勝農試における1998～2010年の奨励品種決定基本調査データによる。図中の矢印は網走および岩見沢の現在と2030年代(CCSR/NIES)の位置付け。

8) 牧草：1番草の出穂期は13日早まるが、生育日数に大きな変化はない。年間収量は気温上昇にも関わらず日射量の減少で現在の8～9割にとどまり、気温の影響のみを考慮すると現在と同等かわずかに増加する。

9) 飼料用とうもろこし：現状の作付面積で試算すると、気温の上昇、および昇温程度に合わせた熟期の遅い品種への変更により、全道では10～14%増収する。

10) 技術的対応方向としては、品種開発・導入における各種病害抵抗性および耐障害性の強化が望まれ、高温・湿潤環境への対応の一方で、当面は従来通り耐冷性の強化も必要である。また、作期の拡大・移動・短縮等に応じた栽培技術の見直し（播種・移植適期・収穫期の変更，施肥体系の再構築，栽培地帯区分の変更），病虫害発生の変化への対応，湿害対策などを図る必要がある。

4. 成果の活用面と留意点

- (1) 道内農業分野における温暖化対応等に活用する。
- (2) 2030年代の気温の年次変動幅は現在並と仮定した。
- (3) 作物生育に対する二酸化炭素濃度上昇の直接的な影響は考慮していない。

5. 本資料の掲載内容

本資料のI～VII章にはこれらの成果内容を詳述した。

編集委員長

中央農業試験場 農業環境部長 志賀弘行

編集幹事

中央農業試験場 農業環境部 主査（土壌生態）中辻敏朗

執筆担当者（所属は課題担当時）

中央農業試験場 農業環境部 主査（土壌生態）中辻敏朗

中央農業試験場 生産研究部 研究主幹 丹野久

十勝農業試験場 研究部 主査（大豆） 三好智明

十勝農業試験場 研究部 主査（小豆菜豆） 佐藤仁

十勝農業試験場 研究部 主査（栽培システム） 梶山努

十勝農業試験場 研究部 主査（生産環境） 谷藤健

十勝農業試験場 研究部 研究主査 松永浩

畜産試験場 基盤研究部 主査（草地飼料） 寺見裕