

2.1.5 工芸作物

2.1.5.1 テンサイ

① 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—気象変動が道内主要作物に及ぼす影響の予測—」成果集

<テンサイについて>

1. 執筆者（公表年）	地方独立行政法人北海道立総合研究機構農業研究本部中央農業試験場編（2011年）
2. 掲載紙	北海道立総合研究機構農業試験場資料 第39号
3. 対象品目	テンサイ（収量（根重）、品質（根中糖分）、生育期間）
4. 対象地域	北海道
5. 予測手法の概要	予測期間：現在（1986-2000年）、2030年代
	空間解像度：10kmメッシュ
	気候モデル：CCSR、CGCM1
	排出シナリオ：IS92a
	適応策の検討：あり
	予測手法：回帰式（根重、根中糖分、糖量） 作物モデル「WFOST」 ⁶⁴ （生育期間）
	<p>【根重】$=0.034 \times (\text{4月中旬} \sim \text{6月下旬の積算最高気温}) + 11.512$</p> <p>【根中糖分】$= -0.0062 \times (\text{7月上旬} \sim \text{10月上旬の積算最低気温}) + 25.0329$</p> <p>【糖量】$= \text{根重} \times \text{根中糖分}$</p> <p>【生育期間・収量】WFOSTを用いて、気温及び日射量から生育ステージおよび収量の変化を予測した。なお、本モデルによる収量（乾物）に0.7を乗じ糖量としている。ここでの糖量は、入力した気温と日射量の条件下で得られる最大可能量であり、湿害、干ばつおよび病虫害による減収は考慮していない。</p>
6. 影響の概要	
	<p>【根重】【根中糖分】【糖量】</p> <p>回帰式をもとに、現在から2030年代への根重、根中糖分及び糖量を推定した（図57）。結果、根重は全道各地で増収する予測となり、根中糖分は全道各地で現在よりも低下すると予測された。糖量では概ね、十勝、網走、道北地方で現在の10～11t/haから2030年代に11t/ha以上に増収するが、道央地域では現在と同程度の10～11t/haの予測となった。</p> <p>次に、全道平均の各予測値を表20に示す。現在と比較して根重が増収、根中糖分が低下、糖量は増加すると推定された。</p>

⁶⁴ WFOSTの概要については、2.1.4.1 ①をご参照。

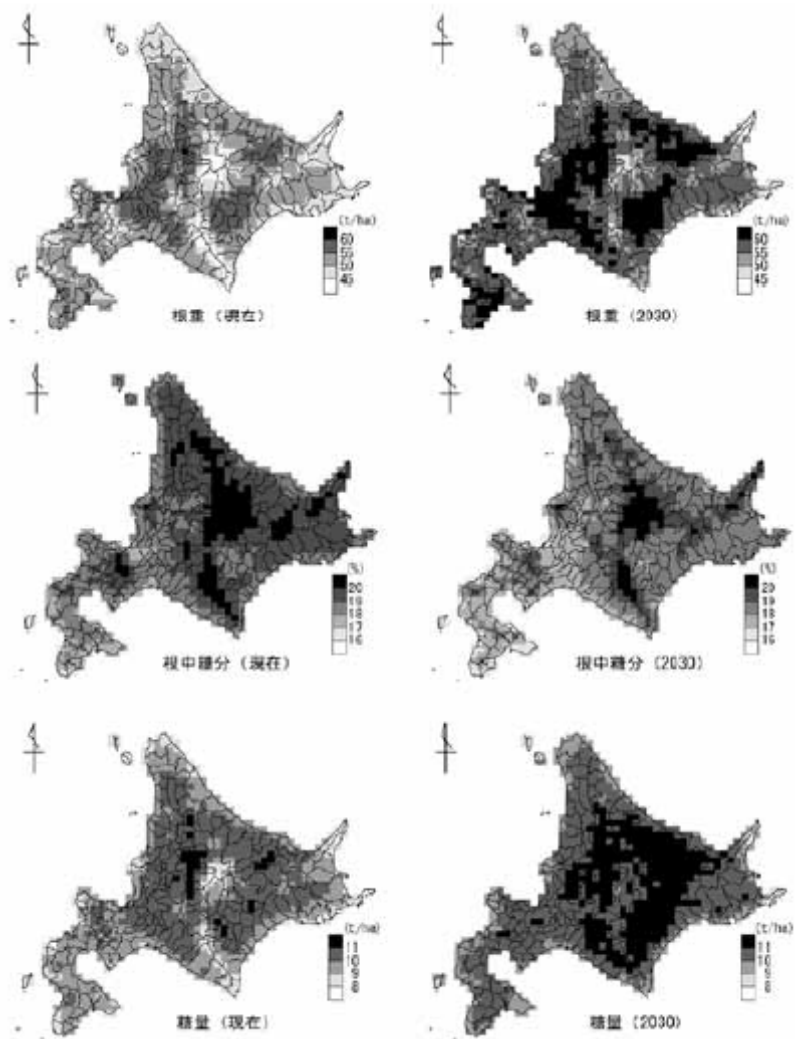


図 57. 現在（左列）と 2030 年代（右列）における
 テンサイ根重（上段）、根中糖分（中段）、糖量（下段）
 2030 年代の気象は CCSR による。

表 20. テンサイにおける 2030 年代の予測値

	根重 予測値 (t/ha)	根中糖分 予測値 (%)	糖量 予測値 (t/ha)	備考	
				積算最高 気温(°C) 4月中旬～ 6月下旬	積算最低 気温(°C) 7月上旬～ 10月上旬
現在 (1986-2000年)	55.67	17.0	9.46	1299	1298
CCSRによる予測値	62.21	16.2	10.08	1491	1429
CGCM1による予測値	61.59	15.8	9.73	1473	1486

注) 糖量：根重×根中糖分

【生育期間】

現在（平年）、2010年（異常高温年）、2030年代についての生育予測の結果を表 21⁶⁵に示す。現在（平年）における生育日数（出芽から肥大停止までの日数）は180日、最大可能収量としての糖量（以下、糖量）は11.0t/haと推定された。2030年代において、播種期を現在と同様とした場合の生育日数は196日となり、現在より16日長くなり、糖量現在比は92%と推定された。一方気温の変化のみを考慮した場合は105%となり、将来の減収要因は気温上昇ではなく、日射量の減少にあると推定された。

2030年代において、播種期を気温の上昇分だけ前進させた場合の生育日数は199日、糖量現在比は94%であった。このため、5日程度の前進では両指標への影響は限定的である。

表 21. WOFOST による直播テンサイの生育予測結果

地点	入力設定			計算結果						
	年代	気象要素	播種期	出芽	肥大開始	肥大停止	生育日数	最大LAI	糖量 t/ha	糖量現在比
芽室	現在	平年値	4/25	5/7	7/9	11/3	180	5.0	11.0	100
	2010	気温	4/25	5/9	7/4	11/7	182	3.0	9.4	85
		気温・日射	4/25	5/9	7/4	11/7	182	3.1	9.7	88
	2030	気温	4/25	5/4	7/2	11/16	196	4.6	11.5	105
		気温・日射	4/25	5/4	7/2	11/16	196	3.1	10.1	92
		CCSR	気温	4/20	5/1	7/1	11/16	199	4.9	11.5
	気温・日射	4/20	5/1	7/1	11/16	199	3.3	10.3	94	

播種期は4/25または2030年代の気温上昇に合わせて前進（4/20）のいずれかを設定
 生育日数は出芽から肥大停止まで
 平年値は2000年のもの、気象要素が「気温」のみの場合の日射量は平年値を仮定

生育予測値における収穫日と糖量の関係を図 58 に示す。2030年には最大糖量に達する時期が11月上旬にずれ込むと予想され、10月下旬前後に収穫を行った場合の糖量現在比は表 21 の値よりもさらに低下する可能性がある。従って、現在10月上中旬から開始している収穫開始時期の遅延化が必要である。

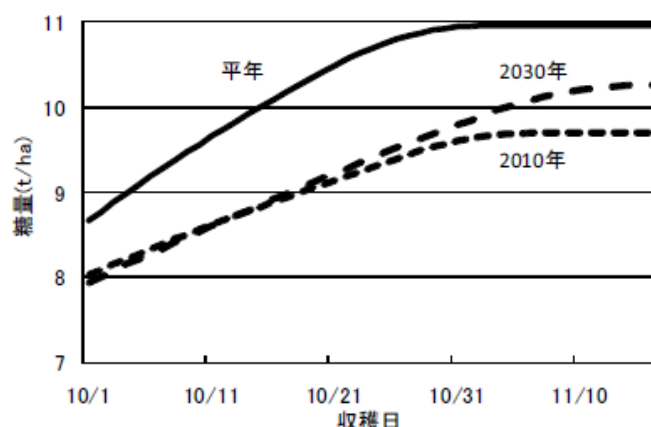


図 58. 収穫日と糖量の関係 (WOFOST による予測)

設定は表 21 と同様。2010年及び2030年は気温と日射を考慮し、2030年の播種期は4月20日とした。

⁶⁵ 表中 LAI (Leaf Area Index) は葉面積指数をさし、単位面積当たりの葉の面積を表す。

2.1.5.3 病害虫

① A simple method to estimate the potential increase in the number of generations under global warming in temperate zones.

1. 執筆者(公表年)	Kohji Yamamura、Keizi Kiritani (1998年)
2. 掲載紙	Appl. Entomol. Zool. 33 (2) : 289-298
3. 対象品目	節足動物 12 分類 ⁶⁶ (年間世代増加数)
4. 対象地域	全国
5. 予測手法の概要	予測期間：－
	空間解像度：－
	気候モデル：－
	排出シナリオ：－ (年平均気温+1°C、+2°C、+3°C)
	適応策の検討：なし
	予測手法：簡易式を用いた計算
以下に示す簡易式を作成し、年間世代増加数を計算した。 $\Delta N \cong \Delta T [c + d(m - T_0)] / K$ ここで、 ΔN ：増加世代数、 ΔT ：気温上昇量、 c ：定数 (204.4 ⁶⁷)、 d ：12.46、 m ：現在の年平均気温、 T_0 ：発育零点、 K ：有効積算温度定数 ⁶⁸ T_0 および K については、複数の著者によりリスト化された値を用いた ⁶⁹ 。	
6. 影響の概要	
平均気温 (m) を 15°C とした時を基準とし、+1°C、+2°C、+3°C 温暖化したときの年間世代増加数の変化をそれぞれ 図 60、図 61、図 62 に示す。 1°C 上昇時 (図 60) では、世代数の増加は、サイズの小さな節足動物 (ダニ類、アザミウマ類、ハチ類 (大部分が小さな補食寄生者)、アブラムシ類) のみと予測された。	

⁶⁶ ダニ類、アブラムシ類、アザミウマ類、ハチ類、ハエ類、センチュウ類、カメムシ類、カイガラムシ類、チョウ・ガ類、チョウ・ガ類 (貯穀害虫)、カブトムシ類、甲虫類 (貯穀害虫)

⁶⁷ アブストラクトでは 204.4 だが、本文中では 206.7 でありどちらが正しいかは不明

⁶⁸ 発育期間中の平均温度とその昆虫が生育することの出来る最低の温度 (=発育零点) との差と発育日数との積で表される。 $K = \text{経過日数} * (\text{発育期間中の平均温度} - \text{発育零点})$ 。日度を単位とする。

⁶⁹ 種別に異なり、その値は明記されていない。

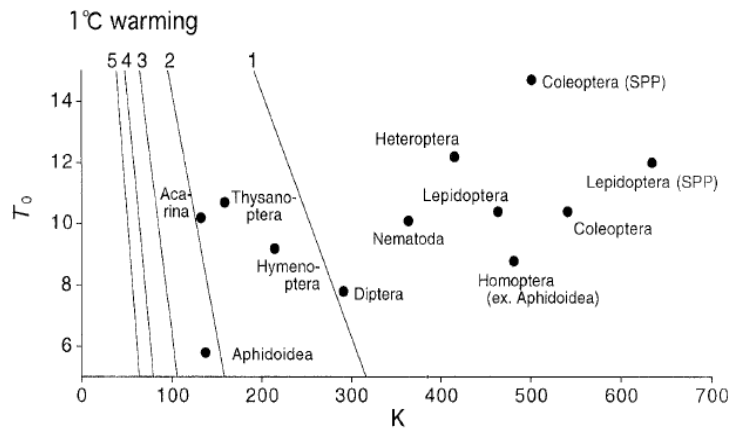


図 60. 年平均気温が 15°C の地点が、1°C 上昇した際の虫類の年間世代増加数
 散布図中の直線および数字は、世代増加数を示す。Acarina : ダニ類、Aphidoidea : アブラムシ類、
 Thysanoptera : アザミウマ類、Hymenoptera : ハチ類、Diptera : ハエ類、Nematoda : センチュウ類、
 Heteroptera : カメムシ類、Homoptera : カイガラムシ類、Lepidoptera : チョウ・ガ類、Lepidoptera
 (SPP) : チョウ・ガ類 (貯穀害虫)、Coleoptera : カブトムシ類、Coleoptera (SPP) : 甲虫類 (貯穀害虫)

2°C 上昇時には、貯穀害虫を除く多くの節足動物にて世代数が増加すると予測された。

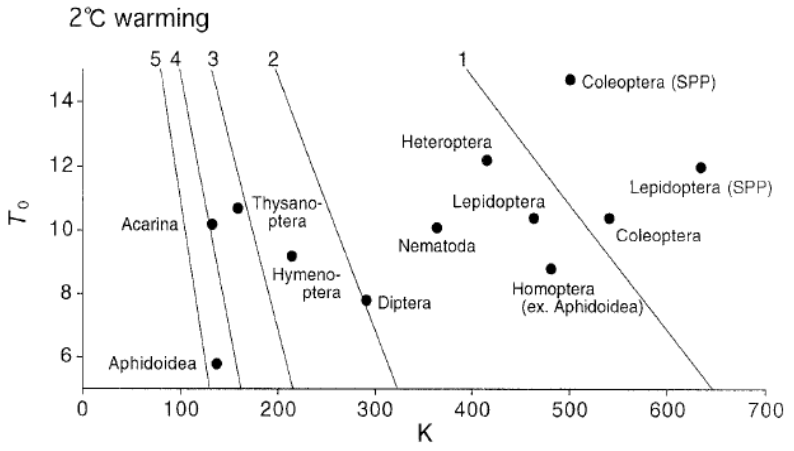


図 61. 図 60 と同じ。ただし 2°C 上昇した際の虫類の年間世代増加数

3°C 上昇時には、貯穀害虫も現在よりも 1 世代多くなると予測された。しかし、貯穀害虫の予測については、外気温よりも 10°C 以上高い製粉機のような環境でも生存していることから、予測の妥当性は明確ではない。

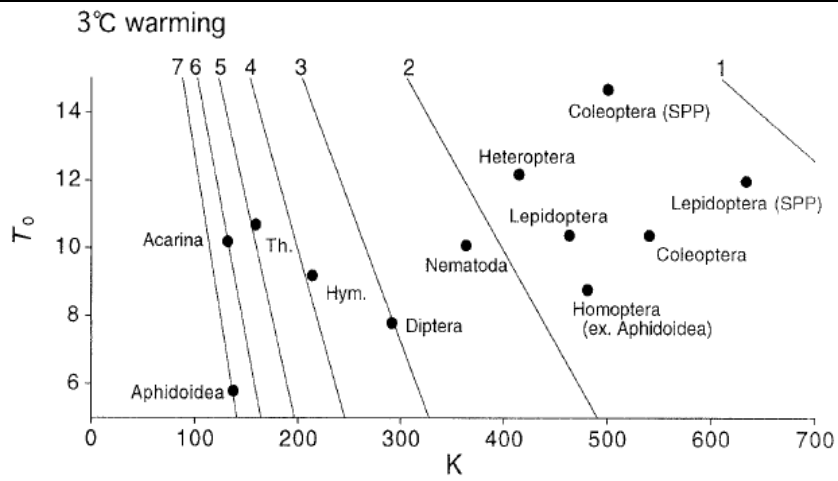


図 62. 図 60 と同じ。ただし 3°C 上昇した際の虫類の年間世代増加数