

4. 大豆

1) 目的

地球温暖化が大豆の生育、収量、品質、栽培適地など
の変化に及ぼす影響を予測する。

2) 方法

(1) 気象要因と生育・収量等の関係解析

熟期がやや早の「ユキホマレ」については、1998～2010年の十勝農試（芽室町），中央農試（長沼町），上川農試（比布町），北見農試（訓子府町）における奨励品種決定基本調査，熟期が中生の「トヨムスメ」については、1985～2010年の十勝農試，中央農試における奨励品種決定基本調査の生育，収量，収量構成要素のデータを使用した。

気象データは対象各年次における 6~9 月のアメダス気象観測データ（平均気温，最高気温，最低気温，日照時間，降水量）を使用した。

(2) 気温による生育期節等の推定

生育予測は、岩手県における大豆の生育予測¹⁾を参考に行った。

①開花期

開花期予測には、堀江らの発育指数 (Developmental index, DVI) を用いた。

$$\text{DVI (發育指數)} = \sum \text{DVR}$$

$$\text{DVR (發育速度)} = 1/G [1 + \text{EXP} \{-A \times (T - T_h)\}]$$

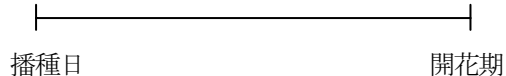
注) G, A, Th は品種固有のパラメーターであり，以下のような意味がある。

G:当該品種の播種～開花までの最小日数

A:温度係数 T:日平均気温

Th:ある日長条件下での発育速度が最大値の 1/2 になる温度

DVI=0
DVI=1



②成熟期

開花～成熟期の積算日平均気温と登熟期間中の気温特性により成熟期を予測した。

(3) 子実重の予測

(1) の子実重と気象条件との関係解析結果から収量予測回帰式を導き、これに第Ⅱ章で整備した温暖化気候データ (CCSR, CGCM1) を入力し、2030 年代の子実重を予測した。

(4) 2010 年の高温年との比較

夏季に記録的高温となった 2010 年の生育期節や収量実測値と (2) および (3) の方法による同年の予測値とを比較した。

3) 結果および考察

(1) 気象要因と生育・収量等の関係解析

「ユキホマレ」「トヨムスメ」の6月～9月の各気象要素と開花期、成熟期、主茎長、着莢数、一莢内粒数、百粒重、子実重との単相関係数を表IV-4-1に示す。

開花期および成熟期は、両品種とも 6~9 月の気温と有意な負の相関が認められた。また、成熟期は 8 月の日照時間と有意な負の相関が認められたが、相関係数は高くはなかった。

主茎長は、「ユキホマレ」では6月、「トヨムスメ」では7月の日照時間と有意な正の相関が認められたが、相関係数は高くはなかった。

着莢数は、「ユキホマレ」では6~8月の最高気温と有意な正の相関が認められ、「トヨムスメ」では6~9月の気温のほか、日照時間との有意な相関が認められた。

一莢内粒数は、両品種とも開花期に当たる7月の気温と正の相関が認められた。

百粒重は、登熟期間に当たる9月の気温と有意な相関が認められた。

子実重は、「ユキホマレ」では6～8月、「トヨムスメ」では6～9月の気温と有意な相関が認められた。

(2) 気温による生育期節等の推定

①開花期の予測精度

DVI による開花期予測は、両品種とも比較的精度が高く誤差も概ね3日程度と小さかった(図IV-4-1)。ただし、DVI は本来出芽期を予測の開始時期とするが、土壌条件の違い等により出芽期の予測が不可能であり、播種期を予測の開始時期としたため、播種時の土壌水分、気温により誤差が生じる可能性がある。また、日長を考慮した予測を行っていないため、早播及び晩播では誤差が生じると考えられる。なお、計算に用いたパラメータは表IV-4-2のとおりである。

表Ⅳ-4-2 「ユキホマレ」, 「トヨムスメ」の発育指数
による開花予測式のパラメーター

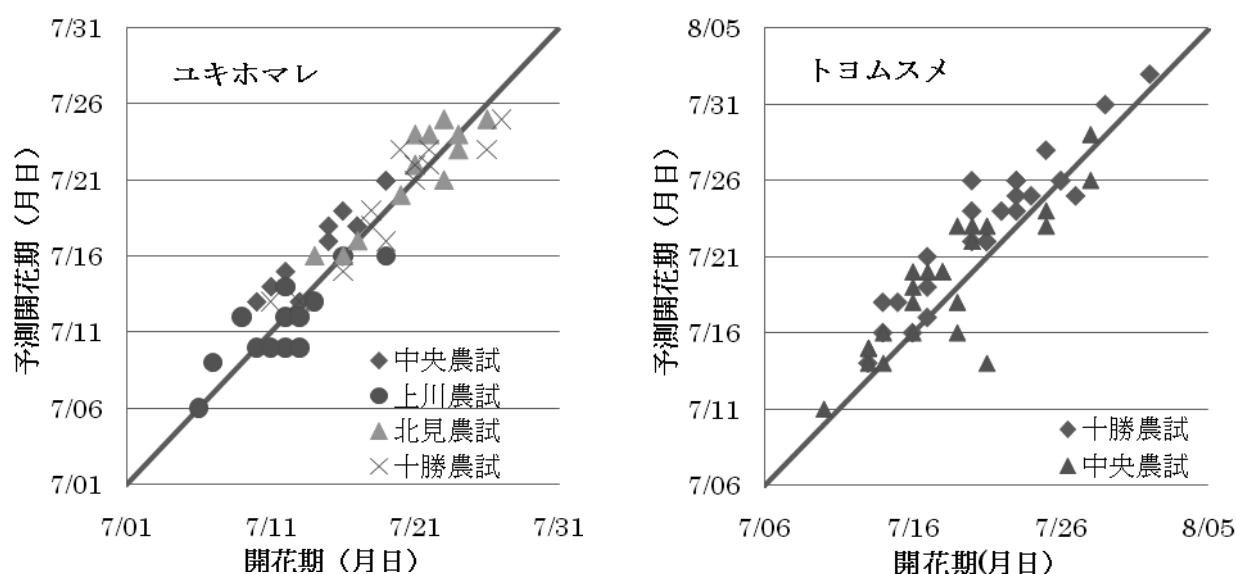
	品種	ユキホマレ	トヨムスメ
パラメーター	A	0.174661249	0.281102701
	Th	16.87417049	13.97634961
	G	26.24617419	36.16643637
	平均誤差 (日)	1.38	2.10
	相関係数 (R)	0.9416	0.9024

表Ⅳ-4-1 主要形質と気象要素との単相関係数

形質	気象要素	ユキホマレ				トヨムスメ			
		6月	7月	8月	9月	6月	7月	8月	9月
開花期	平均気温	-0.818 ***	-0.733 ***	-0.570 ***	-0.344 *	-0.725 ***	-0.573 ***	-0.346 *	-0.420 **
	最高気温	-0.664 ***	-0.725 ***	-0.589 ***	-0.418 **	-0.541 ***	-0.478 ***	-0.268	-0.410 **
	最低気温	-0.350 *	-0.640 ***	-0.468 ***	-0.358 **	-0.636 ***	-0.579 ***	-0.357 **	-0.428 **
	日照時間	-0.428 **	-0.147	-0.459 ***	0.078	-0.165	0.119	-0.049	0.067
	降水量	0.058	-0.174	-0.085	0.026	0.341 *	-0.264	0.021	0.051
成熟期	平均気温	-0.653 ***	-0.783 ***	-0.629 ***	-0.540 ***	-0.646 ***	-0.461 ***	-0.428 **	-0.458 ***
	最高気温	-0.479 ***	-0.678 ***	-0.606 ***	-0.605 ***	-0.528 ***	-0.434 **	-0.410 **	-0.586 ***
	最低気温	-0.331 *	-0.746 ***	-0.550 ***	-0.454 ***	-0.596 ***	-0.442 **	-0.368 **	-0.327 *
	日照時間	-0.278 *	-0.028	-0.492 ***	-0.171	-0.215	-0.103	-0.300 *	-0.239
	降水量	-0.033	-0.231	0.076	0.216	0.218	-0.253	0.260	0.297 *
主茎長	平均気温	0.188	0.122	-0.079	-0.077	0.129	0.135	-0.059	0.081
	最高気温	0.283 *	0.142	-0.011	0.090	0.136	0.094	-0.019	0.266
	最低気温	-0.184	0.080	-0.145	-0.144	0.055	0.146	-0.086	0.043
	日照時間	0.417 **	0.026	0.032	0.120	-0.145	-0.376 **	-0.218	-0.080
	降水量	0.106	0.206	-0.063	0.093	0.274 *	0.334 *	-0.145	-0.168
着莢数	平均気温	0.488 ***	0.161	0.182	-0.134	0.377 **	0.532 ***	0.527 ***	0.491 ***
	最高気温	0.541 ***	0.423 **	0.361 **	0.101	0.239	0.474 ***	0.437 **	0.551 ***
	最低気温	0.217	-0.094	-0.026	-0.239	0.449 ***	0.556 ***	0.534 ***	0.395 **
	日照時間	0.059	0.374 **	0.259	-0.047	0.309 *	0.279 *	0.466 ***	0.351 *
	降水量	-0.099	0.005	0.106	0.024	-0.331 *	0.055	-0.109	-0.121
一莢内粒数	平均気温	0.298	0.513 **	0.325	0.049	0.057	0.512 ***	0.301 *	0.257
	最高気温	0.040	0.411 *	0.286	-0.039	-0.101	0.400 **	0.160	0.056
	最低気温	0.400 *	0.503 **	0.337	0.226	0.192	0.540 ***	0.382 **	0.390 **
	日照時間	0.047	0.201	0.432 *	-0.191	0.232	0.276 *	0.214	-0.042
	降水量	-0.111	0.206	0.123	0.028	-0.227	-0.104	0.244	0.179
百粒重	平均気温	0.301 *	0.150	0.290 *	0.372 **	0.431 **	-0.001	0.266	0.371 **
	最高気温	0.190	0.091	0.238	0.316 *	0.299 *	-0.096	0.207	0.478 ***
	最低気温	0.313 *	0.235	0.324 *	0.330 *	0.435 **	0.110	0.313 *	0.266
	日照時間	0.248	-0.071	0.027	0.035	0.027	-0.273 *	-0.145	0.130
	降水量	-0.010	-0.086	0.202	-0.052	0.026	0.224	-0.073	-0.317 *
子実重	平均気温	0.490 ***	0.315 *	0.306 *	0.089	0.416 **	0.627 ***	0.547 ***	0.575 ***
	最高気温	0.489 ***	0.572 ***	0.424 **	0.272	0.277 *	0.563 ***	0.462 ***	0.603 ***
	最低気温	0.364 **	0.030	0.131	-0.096	0.438 **	0.648 ***	0.553 ***	0.525 ***
	日照時間	0.012	0.489 ***	0.277 *	0.029	0.240	0.016	0.269	0.134
	降水量	-0.190	-0.160	0.184	-0.132	-0.236	0.169	-0.035	-0.082

注) ユキホマレは4場 n=52, ただし一莢内粒数は2場 (十勝, 中央) n=26

トヨムスメは2場 (十勝, 中央) n=52, *, **, ***は各々5%, 1%, 0.1%水準で有意



図Ⅳ-4-1 「ユキホマレ」「トヨムスメ」の発育指数による開花予測精度

②成熟期の予測精度

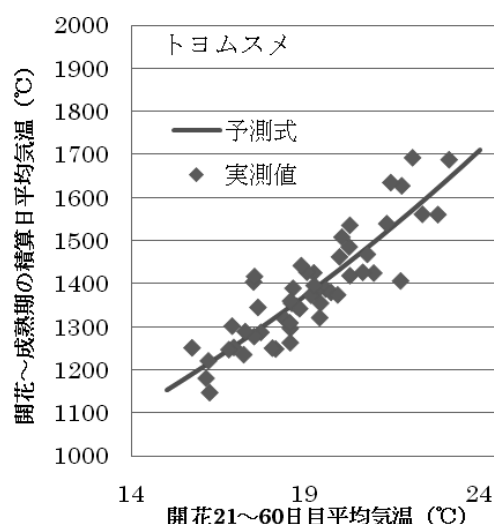
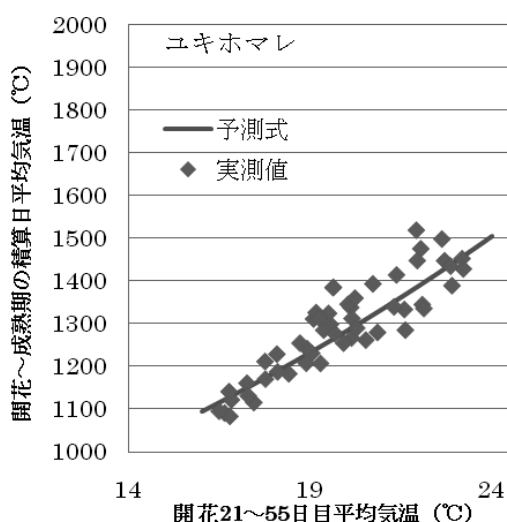
開花～成熟期の積算日平均気温は「ユキホマレ」では開花 21～55 日目、「トヨムスメ」では開花 21～60 日目の平均気温と相関が高く（図Ⅳ-4-2）、この関係から成熟期の予測が可能であった。すなわち、開花期～成熟期積算日平均気温は以下の式で表される。

「ユキホマレ」 $e^{\{(開花期後21\sim55日目の平均気温+160.0)/25.15\}}$

「トヨムスメ」 $e^{\{(開花期後21\sim60日目の平均気温+145.6)/22.78\}}$

推定の平均誤差および決定係数 (R^2) は「ユキホマレ」が 42.3°C および 0.7896, 「トヨムスメ」が 46.8°C および 0.7779 であった。

このような関係式が得られる理由は、登熟中期までに種皮の形成がほぼ完了し、その後内容物が蓄積される²⁾ことと関係していると思われる。

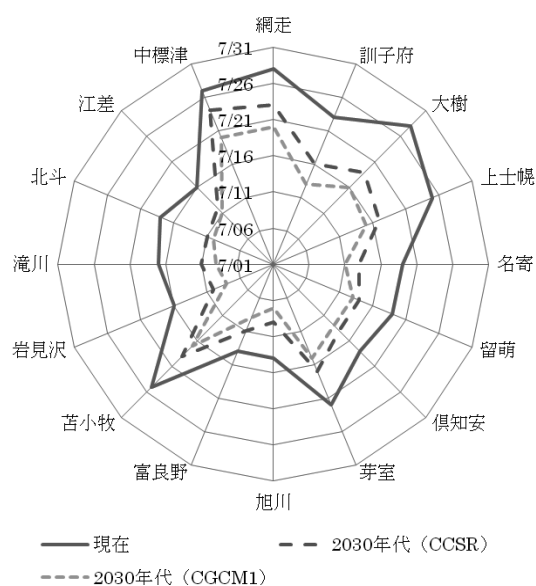


図Ⅳ-4-2 「ユキホマレ」「トヨムスメ」の開花後の平均気温と開花～登熟期積算日平均気温の関係

③2030年代の生育期節の予測

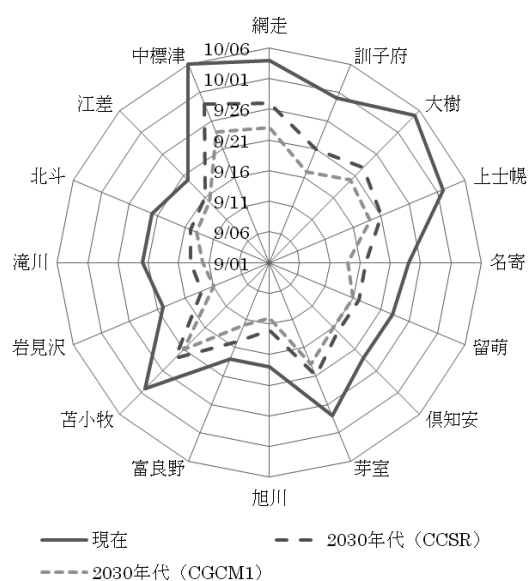
ここまでの検討により、開花期、成熟期が精度良く予測できることが明らかとなったので、播種期を 5 月 20 日、1971~2000 年のアメダス平均気温を現在値とし、CCSR および CGCM1 の 2030 年予測気温を用いて主要地点の開花期、成熟期の予測を行った。

「ユキホマレ」では、現在の開花期が 7/14～28 日であったのに対し CCSR では 7/9～24 日と平均 5.7 日 (3～9 日) 早くなり、CGCM1 では 7/7～20 日と平均 7.8 日 (5～12 日) 早くなった (図Ⅳ-4-3)。また、現在の成熟期が 9/18～10/6 日であったのに対し、CCSR で 9/12～29 日と平均 7.3 日 (3～12 日)、CGCM1 で 9/10～24 日と平均 9.8 日 (6～15 日) 早くなった (図Ⅳ-4-4)。



図IV-4-3 「ユキホマレ」の開花期予測

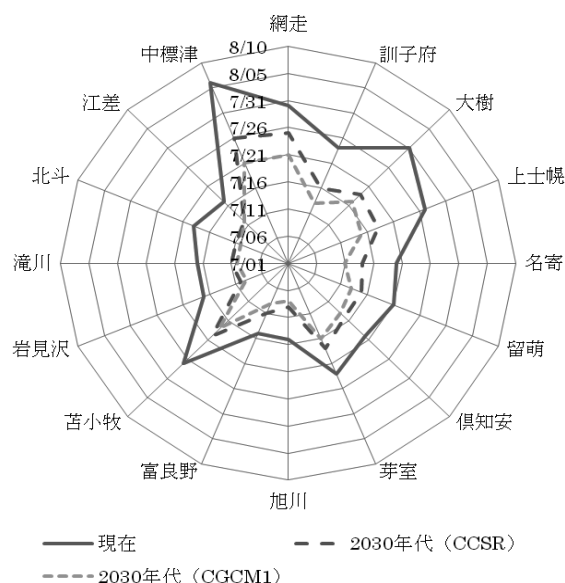
播種期は5月20日として予測した。



図IV-4-4 「ユキホマレ」の成熟期予測

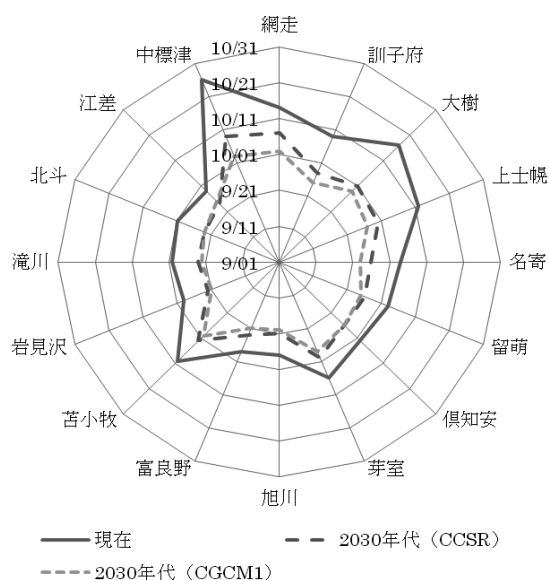
播種期は5月20日として予測した。

「トヨムスメ」では、現在の開花期が7/15～8/6日であったのに対し、CCSRでは7/9～26日と平均7.0日（4～12日）早くなり、CGCM1では7/8～21日と平均9.2日（6～16日）早くなった（図Ⅳ-4-5）。また、現在の成熟期が9/27～10/26日であったのに対し、CCSRでは9/21～10/9と平均8.7日（5～17日）、CGCM1では9/20～10/3と平均10.9日（6～23日）早くなった（図Ⅳ-4-6）。



図Ⅳ-4-5 「トヨムスメ」の開花期予測

播種期は5月20日として予測した。



図Ⅳ-4-6 「トヨムスメ」の成熟期予測

播種期は5月20日として予測した。

2030年代の開花期、成熟期を現在と比較すると、2030年の網走市の開花期・成熟期が現在の芽室町の開花期・成熟期と、2030年の大樹町、上士幌町の開花期・成熟期が現在の岩見沢市、滝川市の開花期・成熟期とほぼ同等

であった。また、2030年の「トヨムスメ」の成熟期が現在の「ユキホマレ」の成熟期とほぼ同等となり、やや早品種栽培地帯が中生品種栽培地帯に変化することが予想された。

また、岩手県で開発された開花期、成熟期の生育予測式に、5月20日を播種日として北斗市の2030年予測気温を代入したところ、岩手県の主要品種「ナンブシロメ」の開花期が7月27～28日、成熟期が10月13日と予測された。日長を考慮しない条件ではあるが、道南地域で東北地方の品種が栽培できる可能性が示唆された。

大豆栽培地帯区分設定時の播種期のアンケート調査結果とメッシュ気候値2000の旬別データを比較すると、旬平均気温が10℃を超えた頃に播種期が設定されていた（表Ⅳ-4-3）。2030年の旬平均気温が10℃を超える時期を抽出すると、多くの地域で現在より1旬早まる結果となり、播種期が10日程度早くなる可能性が示された。

表Ⅳ-4-3 播種時期の旬別平均気温

市町村名	メッシュ気候値2000			2030年CCSR			2030年CGCM1		
	5上	5中	5下	5上	5中	5下	5上	5中	5下
北斗市	8.2	9.8	11.2	11.0	12.9	13.8	10.4	12.2	13.4
江差町	9.1	10.6	12.1	11.6	13.3	14.1	10.9	12.5	13.7
倶知安町	7.7	9.7	11.3	10.0	12.3	13.3	9.4	11.6	13.0
岩見沢市	9.2	11.2	12.7	11.6	13.9	15.0	11.6	13.8	15.2
滝川市	9.0	11.1	12.7	11.2	13.6	14.8	11.3	13.6	15.0
旭川市	9.0	11.2	12.8	11.2	13.7	14.9	11.3	13.7	15.2
富良野市	8.2	10.3	11.9	10.2	12.6	13.7	10.2	12.6	13.9
名寄市	7.7	9.9	11.5	9.7	12.1	13.4	9.9	12.3	13.8
留萌市	8.1	10.0	11.5	10.2	12.4	13.5	10.1	12.2	13.5
網走市	7.8	9.7	10.9	9.7	11.6	12.4	10.1	11.9	13.0
訓子府町	7.8	9.8	11.2	10.2	12.3	13.3	10.4	12.6	13.8
苦小牧市	8.2	9.9	11.2	10.4	12.3	13.2	10.0	11.9	13.2
大樹町	7.9	9.8	10.9	10.3	12.4	13.3	10.3	12.3	13.5
芽室町	8.6	10.7	11.9	10.3	12.4	13.3	10.2	12.3	13.5
上士幌町	4.9	6.9	8.4	7.5	9.7	10.8	7.6	9.8	11.1
中標津町	6.4	8.2	9.4	8.8	10.8	11.8	9.2	11.2	12.4

注) メッシュ気候値2000の網掛けは大豆栽培地帯区分設定時のアンケート調査における播種時期。CCSR、CGCM1の網掛けは旬平均気温が10℃を超える時期。

④栽培地帯区分の変化

現在の大豆栽培地帯区分は、6月から9月の積算平均気温及び無霜期間を主に、開花期前後の低温による障害、登熟期の霜害および収穫時期の降水確率を考慮してⅠ～Ⅵ地帯に分類されている（表Ⅳ-4-4）。CCSRおよびCGCM1で予想された6～9月の積算平均気温、無霜期間、7月の平均気温を現在の各地点の値と比較し2030年代の地帯区分と播種可能時期を推定したところ、全ての地点で地帯区分が1～2ランク上がり、現在、大豆の栽培がなく予測上も栽培が困難な中標津町が2030年代では現在のⅠ地帯と同様の気象条件となり、大豆栽培が可能になると考えられた。また、現在のⅤ、Ⅵ地帯については6月から9月の積算気温が2500℃前後となり、無霜期間も170～200日以上とかなり長くなることから、新たな区分

の設定が必要となり、全道的な栽培地帯区分の見直しが必要と考えられた（表Ⅳ－4－5）。

表Ⅳ－4－4 現行の大豆栽培地帯区分

地帯 区分	該当地域	熟期	地域の概況	積算気温（6-9）及び 無霜期間
I	網走（中央部を除く），上川北部の一部，宗谷南部の一部	早生 やや早	夏季の気温が低く，無霜期間が短い。	2000℃前後 125～130 日
II	十勝（中央部を除く），網走中央部，上川中北部，留萌，後志の羊蹄山麓	やや早～ 中生	夏季の気温がやや低く，無霜期間が 135 日前後とやや短い。	2000℃前後（上川，留萌地方は 2000～2100℃） 130～140 日
III	十勝中央部，上川中南部，日高，後志（羊蹄山麓を除く）	中生	夏季の気温が中程度で，積算気温（6-9 月）は 2100℃前後。無霜期間は地域により差があるが 140～150 日のところが多い。	2100～2200℃ 135～150 日
IV	空知，石狩，胆振東部と西部，渡島北部	中生～ やや晩	夏季の気温がやや高く，無霜期間はおおよそ 150 日以上とやや長い。	2100～2200℃ 150～160 日
V	檜山北部，渡島南部	やや晩～ 晩生	夏季の気温が高く，積算気温は 2200℃前後，無霜期間は 160 日以上と長い。	2200℃ 160 日以上
VI	檜山南部	晩生	夏季の積算気温は 2300℃前後と最も高く，無霜期間も 165 日以上と長い。	2300℃ 165 日以上

道産豆類地帯別栽培指針（1994 年 北海道農政部）による。

熟期の表記はだいたひ審査基準の見直し（2004 年）にあわせ変更した。

表Ⅳ－4－5 温暖化に伴う地帯区分の変化

	現代(アメダス平年値)						CCSR2030年代						CGCM12030年代								
	地帯	6～9月	7月	晩霜	初霜	無霜 期間	播種 時期	区分	6～9月	7月	晩霜	初霜	無霜 期間	播種 時期	区分	6～9月	7月	晩霜	初霜	無霜 期間	播種 時期
	区分	積算	平均					予測	積算	平均					予測	積算	平均				
網走市	I	1993	17.1	5/12	10/26	167	5下	II	2118	18.0	5/01	11/10	193	5中	II	2216	19.0	4/28	11/10	196	5上
訓子府町	I	2014	17.9	5/24	10/01	130	5下	II	2184	19.2	5/13	10/09	149	5上	III	2276	20.1	5/11	10/09	151	5上
名寄市	II	2100	19.1	5/24	10/06	130	5下	IV	2282	20.4	5/12	10/20	156	5中	IV	2366	21.2	5/10	10/20	158	5中
留萌市	II	2180	19.2	5/08	11/03	179	5中	IV	2345	20.4	4/28	11/18	204	5中	IV	2413	21.0	4/28	11/18	204	5上
大樹町	II	1940	16.7	5/24	10/06	135	5下	IV	2191	18.9	5/12	10/21	162	5上	IV	2271	19.6	5/11	10/21	163	5上
上士幌町	II	1959	17.2	5/22	10/05	136	6上	IV	2197	19.1	5/12	10/15	156	5下	IV	2276	19.8	5/09	10/16	160	5下
倶知安町	II	2150	19.3	5/21	10/05	137	5下	IV	2304	20.4	5/07	10/19	165	5上	IV	2351	20.8	5/09	10/19	163	5中
旭川市	III	2231	20.2	5/16	10/07	144	5中	V	2415	21.6	5/04	10/22	171	5上	V	2497	22.4	5/03	10/22	172	5上
富良野市	III	2215	20.0	5/14	10/06	145	5中	V	2363	20.9	5/03	10/20	170	5上	V	2440	21.7	5/02	10/20	171	5上
芽室町	III	2066	18.0	5/18	10/06	141	5中	V	2217	19.1	5/08	10/16	161	5上	V	2289	19.8	5/07	10/16	162	5上
岩見沢市	IV	2244	19.9	5/05	10/17	165	5中	VI	2451	21.6	4/24	11/01	191	5上	VI	2526	22.4	4/23	11/01	192	5上
滝川市	IV	2186	19.5	5/14	10/09	148	5中	VI	2379	21.1	5/06	10/19	166	5上	VI	2456	21.8	5/06	10/19	166	5上
北斗市	V	2233	19.1	4/30	10/23	176	5下	?	2445	20.9	4/18	11/11	207	5上	?	2488	21.3	4/20	11/11	205	5上
江差	VI	2352	20.0	5/16	10/07	144	5中	?	2504	20.9	5/04	10/22	171	5上	?	2547	21.4	5/03	10/22	172	5上
苫小牧市		2091	17.7	4/27	10/16	172	5下	III	2273	19.2	4/17	10/28	194	5上	III	2331	19.8	4/18	10/28	193	5上
中標津		1845	15.6	5/30	10/06	129	6上	I	2061	17.4	5/19	10/16	150	5中	I	2168	18.4	5/14	10/15	154	5中

注）播種時期は旬の平均気温が 10℃を上回ったときとした。

（3）子実重の予測

表Ⅳ－4－1 に示したように，子実重は「ユキホマレ」では 6～8 月，「トヨムスメ」では 6～9 月の各月の気温と有意な相関が認められたことから，各々の期間内の平均および播種～開花～成熟の積算気温と子実重および収量構成要素の相関を検討した。その結果，子実重は「ユキホマレ」では 6～8 月の最高気温（表Ⅳ－4－6），「トヨムスメ」では 6～9 月の平均気温（表Ⅳ－4－7）と最も強い相関を示した。子実重予測式については，気象予測データの関係から，「ユキホマレ」については 6～8 月，「トヨ

ムスメ」については 6～9 月の平均気温を用いることとし，子実重との回帰式を求めると以下のとおりであった（図Ⅳ－4－7，8）。

ユキホマレ

$$Y = -0.915(x - 19.4)^2 + 39.0 \quad (R^2 = 0.3182)$$

トヨムスメ

$$Y = -1.047(x - 19.8)^2 + 41.0 \quad (R^2 = 0.5877)$$

表Ⅳ-4-6 「ユキホマレ」の収量構成要素と気象要素との相関

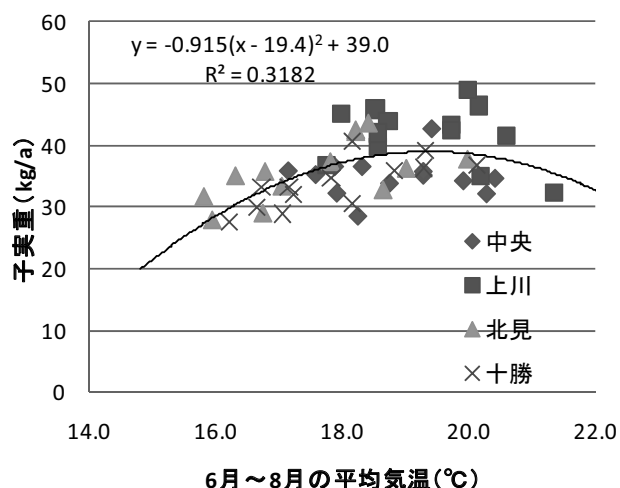
	6～8月			播種～開花期	開花期～成熟期	播種～成熟期
	平均気温	最高気温	最低気温	積算気温	積算気温	積算気温
子実重	0.447 ***	0.589 ***	0.239	-0.219	0.500 ***	0.463 ***
百粒重	0.305 *	0.216	0.390 **	-0.293 *	0.570 ***	0.511 ***
着莢数	0.328 *	0.530 ***	0.047	-0.013	0.359 **	0.394 **
一莢内粒数	0.473 *	0.315	0.495 *	-0.177	0.263	0.217

注) 4 場 n=52, ただし一莢内粒数は 2 場 (十勝, 中央) n=26

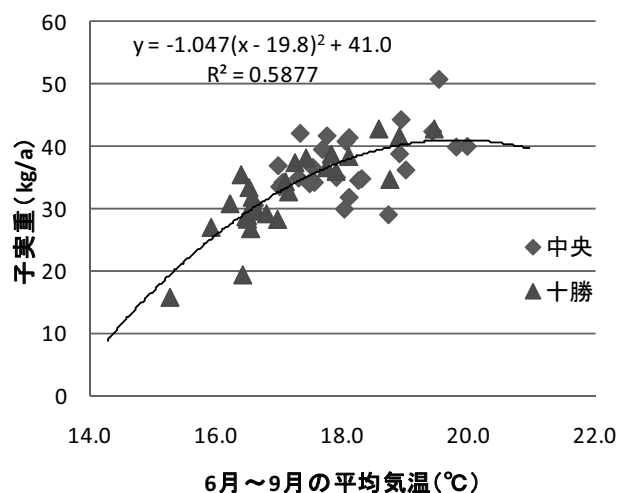
表Ⅳ-4-7 「トヨムスメ」の収量構成要素と気象要素との相関

	6～9月			播種～開花期	開花期～成熟期	播種～成熟期
	平均気温	最高気温	最低気温	積算気温	積算気温	積算気温
子実重	0.733 ***	0.660 ***	0.691 ***	-0.623 ***	0.631 ***	0.297 *
百粒重	0.345 *	0.299 *	0.350 *	-0.653 ***	0.378 **	-0.002
着莢数	0.656 ***	0.590 ***	0.621 ***	-0.354 *	0.457 ***	0.277 *
一莢内粒数	0.393 **	0.183	0.483 ***	-0.073	0.428 **	0.424 **

注) 2 場 (十勝, 中央) n=52



図Ⅳ-4-7 「ユキホマレ」子実重と 6～8 月の平均日平均気温の関係



図Ⅳ-4-8 「トヨムスメ」子実重と 6～9 月の平均日平均気温の関係

この予測式に主要地点の現在の平均気温 (アメダス平年値), CCSR, CGCM1 による 2030 年代の予測平均気温を代入し, 将来の子実重を予測した。

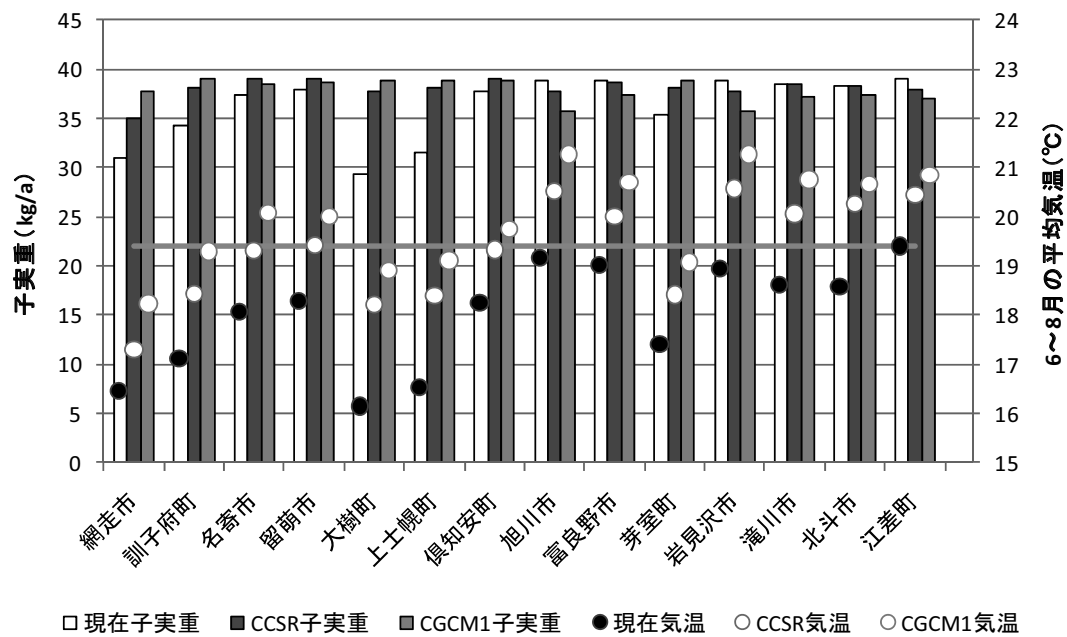
「ユキホマレ」では, 網走市, 訓子府町, 大樹町, 上士幌町, 芽室町で増収し, そのほかの地点では同等または減収の傾向であった (図Ⅳ-4-9)。予測式における最大収量は, 6～8 月の平均気温が 19.4℃の時であり, 上記 5 市町村以外は, 2030 年代の予測平均気温がこの温度を超えていた。

「トヨムスメ」では岩見沢市, 江差町では現在と同等の子実重であるが, そのほかの地点では, 5～35%の増収となった (図Ⅳ-4-10)。予測式における最大収量は, 6～9 月の平均気温が 19.8℃の時であり, 旭川市, 岩見沢

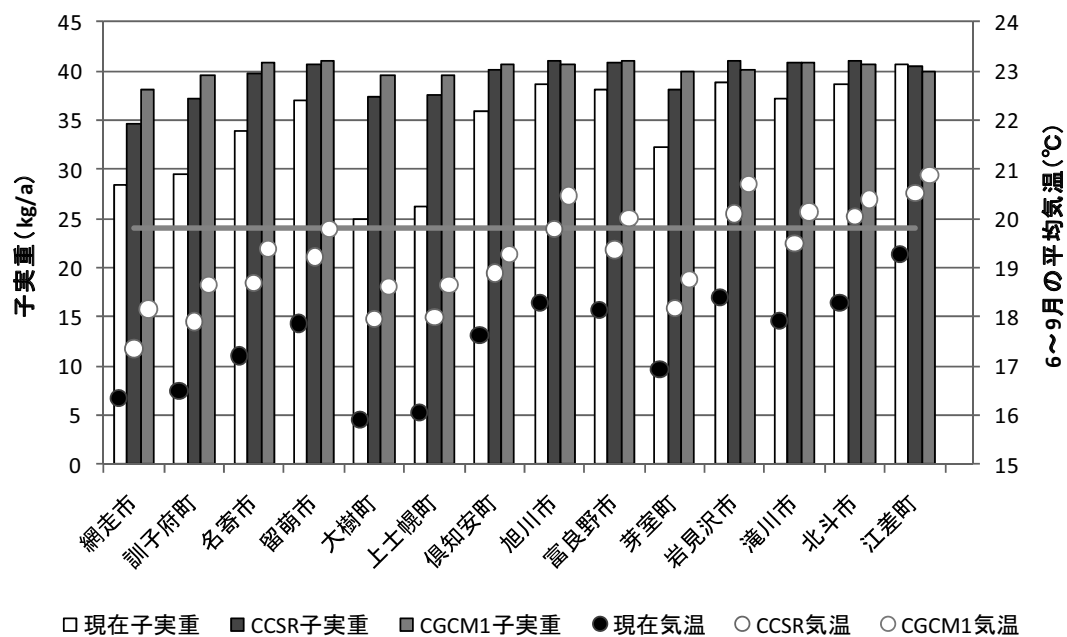
市, 北斗市, 江差町では 2030 年代の予測平均気温がこの温度を超えている。予想される気温の上昇範囲内では, 中生品種は増収するものの, 一部地域では収量が頭打ちとなる可能性が示唆された。

現在道内各地で栽培されている「ユキホマレ」は, 現在の 6～8 月の平均気温が 18℃以下の地点では温暖化により増収が期待できるが, そのほかの地域では増収が期待できる中生品種への品種変更が必要と考えられた。

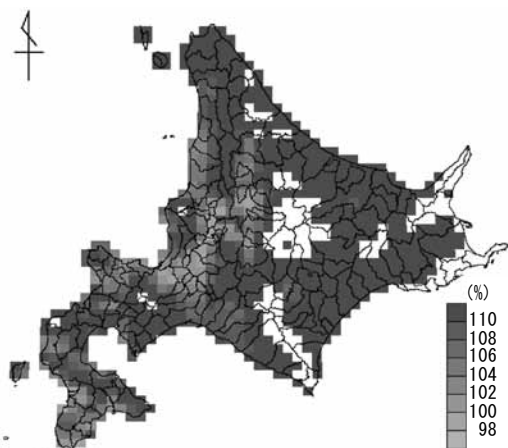
メッシュ気候値 2000 および CCSR の 2030 年代の気温から, 「ユキホマレ」収量推定マップを作成 (図Ⅳ-4-11) したところ, 道央, 道南を除いて増収が予測され, 全道平均収量は 365kg/10a と現在より 16%の増収が推定された。



図IV-4-9 「ユキホマレ」子実重の将来予測



図IV-4-10 「トヨムスメ」子実重の将来予測



図IV-4-11 2030年代の大豆「ユキホマレ」収量推定マップ (現在比%)

収量 (kg/10a) = $-9.15 \times (6 \sim 8 \text{ 月の平均気温} - 19.4)^2 + 390$, により算出. 現在および2030年代の気温はメッシュ気候値2000およびCCSR. マップでは, 現在の収量が200 kg/10a未満のメッシュは除外 (大豆作付実績のない地域を含む).

(4) 2010 年の高温年との比較

2010 年の 6～9 月の平均気温は、CCSR および CGCM1 で予測された平均気温並か高く経過した。「ユキホマレ」、
「トヨムスメ」について、本年の成績と予測値を比較(表 IV-4-8, 9) すると、開花期については両品種とも 3 日以内の範囲であったが、成熟期は予測値が 4～10 日遅かった。成熟期は、日照や降雨により数日変化すること

が経験的にわかっている。「ユキホマレ」では、各場所とも予測値より 6～10 日早く成熟期に達しており、登熟期間が短く子実重も予想より少なくなったと考えられる。中生の「トヨムスメ」も同様に予測値より 4～7 日早く成熟期に達しているが、子実重はほぼ予測値どおりと考えられる。

表IV-4-8 2010 年の生育・収量と予測値(ユキホマレ)

場所	播種期 (月日)	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	子実重 (kg/a)	予測開花期 (月日)	予測成熟期 (月日)	6～8 月 平均気温	予測 子実重
中央	5/21	7/10	9/13	32.2	7/13(+3)	9/20(+7)	20.3	38.2(119)
上川	5/18	7/06	9/09	32.7	7/06(0)	9/15(+6)	21.4	35.3(108)
北見	5/24	7/14	9/15	37.7	7/16(+2)	9/25(+10)	20.0	38.6(102)
十勝	5/19	7/11	9/13	36.7	7/13(+2)	9/20(+7)	20.2	38.4(105)

注) () は観測値との差または比

表IV-4-9 2010 年の生育・収量と予測値(トヨムスメ)

場所	播種期 (月日)	開花期 (月日)	成熟期 (月日)	子実重 (kg/a)	予測開花期 (月日)	予測成熟期 (月日)	6～9 月 平均気温	予測 子実重
十勝	5/19	7/14	9/28	42.7	7/16(+2)	10/02(+4)	19.5	40.9(96)
中央	5/21	7/13	9/24	39.9	7/15(+2)	10/01(+7)	19.8	41.0(103)

注) () は観測値との差または比

4) 2030 年代の予測に基づく技術的対応方向

これまで述べてきた 2030 年代の予測に基づき、将来想定される問題点と技術的対応方向を以下に考察する。

(1) 中生～晩生品種導入による収量・品質の確保

現在、道南を除く I～IV 地帯ではやや早の「ユキホマレ」の作付けが多く、III, IV 地帯の一部で中生の「トヨムスメ」「トヨハルカ」が作付けされている。収量予測では、「ユキホマレ」はオホーツクと十勝で増収すると見られたが、そのほかの地点では減収傾向にあったこと、また、中生の「トヨムスメ」は多くの地点で増収が見込まれたこと、2030 年代には現在の地帯区分が 1～2 ランク上がると予想されたことから、2030 年代には各地で中生品種の栽培が中心になると考えられる。しかし、現在の「ユキホマレ」並の機械収穫適性、複合障害抵抗性を持った中生品種は「トヨハルカ」のみで、耐湿性に劣るという欠点もある。

品質面では、2010 年に発生した、しわ粒、裂皮粒の多発による落等が心配される。「トヨムスメ」では開花 19～33 日後が高温となることで裂皮が激発することが報告されており³⁾、「トヨムスメ」では裂皮のリスクが非常に高くなると考えられる。裂皮粒の発生については品種間差が認められることから、中生～晩生で、複合障害抵

抗性、機械収穫適性に優れた、高温下でも品質低下の少ない品種の開発が必要である。

(2) 病虫害への対応

本年の高温条件で、十勝農試場内では菌核病の発生が多かった。菌核病は高温・多湿時に発生しやすく、蔓延すると収穫皆無となる心配がある。また、道内では紫斑病は道南地方で時折発生が認められる程度であったが、本年の高温条件で道南地方では発生が非常に多かった。これら病害は温暖化により拡大する可能性があるため注意が必要である。

虫害では、本年の高温条件で食葉性害虫、カメムシの発生が多く、また、ここ数年マメシクイガの被害が増える傾向にあり、温暖化により被害が頻発する可能性がある。

このような病虫害に対しては、適切な防除対策が基本となるが、各種病害虫抵抗性品種の育成など、品種開発による長期的な取り組みも必要となろう。

5) まとめ

(1) 6 月～9 月の各気象要素と「ユキホマレ」「トヨムスメ」の開花期、成熟期、主茎長、着莢数、一莢内粒数、百粒重、子実重の相関解析を行った結果、開花期および

成熟期は、両品種とも6～9月の気温と有意な負の相関が認められた。着莢数は、「ユキホマレ」では6～8月の最高気温と、「トヨムスメ」では6～9月の気温と有意な正の相関が認められ、百粒重は両品種とも9月の気温と有意な正の相関が認められた。子実重は、「ユキホマレ」では6～8月、「トヨムスメ」では6～9月の気温と有意な正の相関が認められた。

(2) 開花期、成熟期は日平均気温から精度良く予測でき、2030年代には開花期・成熟期は7～10日程度早まると予想された。大豆栽培地帯区分は全ての地点で1～2ランク上がり、中標津町でも大豆栽培が可能と考えられた。また、道南地域では東北地方の品種が栽培できる可能性が示唆された。

(3) 「ユキホマレ」については6～8月、「トヨムスメ」については6～9月の平均気温を用いることにより子実重の予測が可能であった(二次回帰式で決定係数は「ユキホマレ」が0.318, 「トヨムスメ」が0.588)。2030年

代においては、やや早の「ユキホマレ」は現在の6～8月の平均気温が18℃以下の地点で、中生の「トヨムスメ」ではほとんどの地点で増収する可能性が示唆された。現在の6～8月の平均気温が18℃以上の地点では、「ユキホマレ」は減収傾向であり、中生品種の選定が必要と考えられた。

6) 引用文献

- 1) 高橋智宏, 作山一夫. “岩手県における大豆の生育予測と作期策定, 1. 大豆の生育予測”. 日作東北支部報. 41, 41-42 (1998)
- 2) 高橋亨, 伊藤美和, 鈴木武. “大豆百粒重の生長関数からみた低下要因”. 東北農業研究. 44, 117-118 (1991)
- 3) 鴻坂扶美子, 大西志全, 田中義則. “開花期以降の気象条件からみたダイズ裂皮発生要因”. 日本育種学会・日本作物学会北海道談話会会報. 48, 97-98 (2007)

(三好 智明)