

3.2.4 影響予測

3.2.4.1 農業

(1) 水稻

(ア)現在の影響状況

平成 30 年 10 月に公表された農林水産省「平成 29 年地球温暖化影響調査レポート」では、表 3.2-2 に示す水稻への影響が経年的に報告されています（図 3.2-8）。

表 3.2-2 水稻への影響一覧

	全国 (47)	北日本 (7)	東日本 (17)	西日本 (23)	参考			
					H28	H27	H26	H25
白未熟粒の発生	23	0	5	18	27	20	17	27
虫害の多発	9	0	6	3	8	6	4	8
粒の充実不足	4	0	0	4	6	8	8	10
胴割粒の発生	4	1	1	2	5	3	5	8
登熟不良	3	1	1	1	2	3	—	—
生育不良	2	0	1	1	1	1	—	—
病害の多発	1	0	1	0	2	4	—	—
作期の前進	1	0	1	0	—	—	—	—
穂発芽	1	0	1	0	—	—	—	—

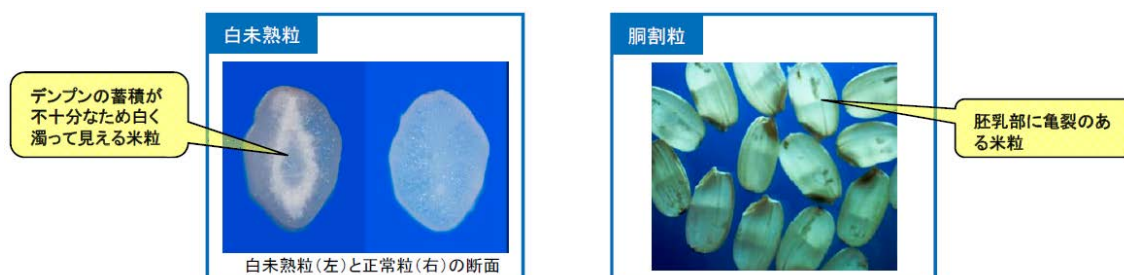


図 3.2-8 白未熟粒と胴割粒

出典：農林水産省「H27 地球温暖化影響調査レポート」

(イ)将来予測される影響

本事業において実施した自治体へのアンケート結果によると、気候変動による「収量」や「品質」の変化による影響に関する情報提供が求められています。ここでは、「収量」「品質」に関する将来の影響を示します。

■ 収量

水稻の「収量」については、北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）¹¹および石郷岡

¹¹ 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），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，北海道立総合研究機構農業試験場資料 第 39

ら（2014）¹²により報告されています。ここでは当該結果について記載します。ただし、北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）は、北海道地域のみを対象となります。また、石郷岡ら（2014）で示される収量は、未熟米や屑米を含む粗玄米収量となります。

＜北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）＞

【北海道】

各地帯の代表地点として18地点¹³を対象に、収量への影響評価を実施しています。気候シナリオはCCSR及びCGCM1の2シナリオを用い、以下に示す方法Aおよび方法Bの2通りで影響評価を実施しています。

① 方法A： $y=s(3.335-0.0415(t-22.8)^2)$ により収量を推計

ただし、 y ：収量、 s ：出穂前10日以降40日間の日射量、 t ：同期間の平均気温です。

② 方法B： $y/s=1.28-0.0192(21.9-t)^2$ により収量を推計

ただし、 y ：気候登熟量示数、 s ：出穂前10日以降40日間の積算日射量、 t ：出穂後40日間の平均気温です。

2つの気候シナリオ（CCSR、CGCM1）を用いた場合の2030年代における収量の変化の予測結果を示します（表3.2-3、表3.2-4）。方法Aによる結果は、全道平均で現在の98%～101%とほぼ変わりません。一方で、方法Bによる結果は、全道平均で現在と比べて107%～110%増収すると予測されています。

¹² 石郷岡康史ら（2014）：S-8-1(6) 農業・食料生産における温暖化影響と適応策の広域評価. S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究 2014 報告書「日本への影響」－新たなシナリオに基づく総合的影響予測と適応策－, 9-10.

¹³ 江差町、北斗市、ニセコ町、共和町、伊達市、厚真町、恵庭市、長沼町、新篠津村、岩見沢市、深川市、雨竜町、小平町、士別市（士別）、旭川市、中富良野町、名寄市（風連）、北見市

表 3.2-3 方法 A による現在および 2030 年代の収量推定値¹⁴

地帯市町村 番号名	現在				CCSR							CGCM1						
	出穂	出穂前10日 以降40日間		推定	出穂	出穂前10日以降40日間				推定	同左	出穂	出穂前10日以降40日間				推定	同左
	期	平均	日射	収量	期	平均	同左	日射	同左	収量	との	期	平均	同左	日射	同左	収量	との
		気温	量W			気温	現在	量W	現在		%		気温	現在	量W	現在		%
	℃	/m ²		℃	差異	/m ²	差異	%	℃	差異	/m ²	差異	%					
1 江差町	8/3	21.7	178	570	7/29	22.6	0.9	161	-17.4	522	92	7/28	23.0	1.3	166	-1.1	537	94
2 北斗市	8/7	20.9	168	521	7/30	22.3	1.4	148	-19.7	480	92	7/29	22.7	1.8	153	-1.3	496	95
3 ニセコ町	8/5	20.4	175	527	7/29	21.8	1.4	163	-11.6	524	99	7/28	22.2	1.8	170	-0.4	550	104
4 共和町	8/4	21.1	188	587	7/29	22.3	1.2	172	-15.0	558	95	7/28	22.7	1.6	178	-0.8	579	98
5 伊達市	8/8	20.6	172	527	7/30	22.1	1.5	162	-10.4	523	99	7/29	22.5	1.9	164	-0.7	533	101
6 厚真町	8/11	19.5	170	478	8/3	21.1	1.6	156	-13.9	490	102	8/1	21.7	2.2	157	-1.1	504	105
7 恵庭市	8/6	20.5	175	531	7/31	21.6	1.1	162	-12.7	517	97	7/30	22.1	1.6	164	-0.9	531	100
8 長沼町	8/6	20.5	177	538	7/30	21.7	1.2	167	-10.4	533	99	7/27	22.3	1.8	170	-0.6	551	102
9 新篠津村	8/7	20.1	179	530	7/31	21.5	1.4	172	-6.9	549	104	7/29	22.1	2.0	175	-0.4	564	106
10 岩見沢市	8/5	20.5	179	545	7/29	21.7	1.2	174	-5.8	556	102	7/26	22.4	1.9	174	-0.5	563	103
11 深川市	8/1	21.0	188	585	7/26	22.4	1.4	171	-16.2	555	95	7/23	23.1	2.1	174	-1.2	563	96
12 雨竜町	8/3	20.5	186	566	7/29	21.5	1.0	168	-18.5	534	94	7/26	22.3	1.8	170	-1.4	551	97
13 小平町	8/8	20.0	186	546	8/3	20.9	0.9	171	-15.0	532	97	7/31	21.8	1.8	175	-1.0	561	103
14 土別市土別	8/6	19.7	184	526	7/31	20.8	1.1	168	-16.2	518	98	7/27	21.7	2.0	170	-1.2	545	103
15 旭川市	8/3	20.3	185	555	7/28	21.3	1.0	178	-6.9	563	101	7/25	22.1	1.8	181	-0.4	583	105
16 中富良野町	8/2	20.6	188	573	7/28	21.5	0.9	167	-20.8	530	93	7/25	22.4	1.8	168	-1.7	544	95
17 名寄市風連	8/7	19.5	179	504	8/1	20.8	1.3	168	-11.6	518	103	7/28	21.8	2.3	170	-0.8	546	108
18 北見市	8/11	19.1	182	489	8/5	20.1	1.0	162	-19.7	479	98	7/31	21.2	2.1	162	-1.7	510	104
平均	8/6	20.4	180	539	7/30	21.6	1.2	166	-13.8	527	98	7/28	22.2	1.9	169	-1.0	545	101

表 3.2-4 方法 B による現在および 2030 年代の収量（気候登熟量示数）推定値

地帯市町村 番号 名	現在				出穂 期	CCSR						出穂 期	CGCM1							
	出穂 期	出穂後40日間の 気候				出穂 期	出穂後40日間の 気候			同左	出穂 期		出穂後40日間の 気候			同左				
		平均 気温 ℃	日射 量MJ /m ²	登熟量 示数 kg/10a			平均 気温 ℃	同左 現在 差異	日射 量MJ /m ²				同左 現在 差異	登熟量 示数 との kg/10a比%	平均 気温 ℃		同左 現在 差異	日射 量MJ /m ²	同左 現在 差異	登熟量 示数 との kg/10a比%
1 江差町	8/3	21.2	587	745	7/29	22.6	1.4	562	-25.0	714	96	7/28	23.1	1.9	564	-23	706	95		
2 北斗市	8/7	20.1	549	668	7/30	22.2	2.1	519	-30.0	664	99	7/29	22.7	2.6	522	-27	662	99		
3 ニセコ町	8/5	19.3	567	649	7/29	21.0	1.7	563	-4.0	711	109	7/28	21.5	2.3	579	12	740	114		
4 共和町	8/4	20.3	607	748	7/29	22.0	1.7	588	-19.0	753	101	7/28	22.6	2.3	603	-4	767	102		
5 伊達市	8/8	19.8	571	682	7/30	21.9	2.1	570	-1.0	730	107	7/29	22.4	2.6	570	-1	727	107		
6 厚真町	8/11	18.3	560	576	8/3	20.6	2.3	544	-16.0	679	118	8/1	21.3	3.0	547	-13	696	121		
7 恵庭市	8/6	19.5	574	672	7/31	21.2	1.7	557	-17.0	708	105	7/30	21.8	2.3	562	-12	719	107		
8 長沼町	8/6	19.6	581	684	7/30	21.4	1.8	572	-9.0	729	107	7/27	22.1	2.5	579	-2	741	108		
9 新篠津村	8/7	19.1	589	668	7/31	21.1	1.9	589	0.0	746	112	7/29	21.8	2.6	594	5	760	114		
10 岩見沢市	8/5	19.7	588	695	7/29	21.4	1.7	590	2.0	752	108	7/26	22.2	2.6	594	6	759	109		
11 深川市	8/1	20.1	607	739	7/26	22.0	1.9	580	-27.0	742	100	7/23	23.0	2.9	587	-20	739	100		
12 雨竜町	8/3	19.5	604	704	7/29	20.9	1.4	567	-37.0	715	102	7/26	21.9	2.5	574	-30	735	104		
13 小平町	8/8	18.8	603	662	8/3	20.3	1.4	570	-33.0	700	106	7/31	21.2	2.4	591	-12	751	113		
14 土別市土別	8/6	18.4	592	621	7/31	20.1	1.6	560	-32.0	680	109	7/27	21.2	2.8	573	-19	728	117		
15 旭川市	8/3	19.3	596	684	7/28	20.6	1.3	595	-1.0	742	108	7/25	21.6	2.4	604	8	772	113		
16 中富良野町	8/2	19.5	607	709	7/28	21.0	1.5	565	-42.0	713	101	7/25	22.0	2.5	571	-36	731	103		
17 名寄市風連	8/7	18.1	575	580	8/1	20.1	1.9	560	-15.0	681	117	7/28	21.2	3.1	572	-3	727	125		
18 北見市	8/11	17.7	579	547	8/5	19.4	1.6	541	-38.0	626	114	7/31	20.6	2.9	555	-24	692	126		
平均	8/6	19.3	585	669	7/30	21.1	1.7	566	-19.1	710	107	7/28	21.9	2.5	575	-11	731	110		

¹⁴ 出穂期は中苗と成苗の平均、現在差異は現在の値との差異です。

<石郷岡ら（2014）>

【全国】

石郷岡ら（2014）では、現行の移植日、品種、栽培条件を想定した収量への影響評価を実施しています。図 3.2-9 に影響評価の対象期間が 21 世紀半ば（2031-2050 年）、気候モデルが MIROC5 の場合の、現在の収量からの変化率を示します（現在の収量 = 1）。

粗玄米収量は全般に増加傾向を示します。また、現在、低温が問題となっている中部地方の山間部、東日本や北海道の一部においては増加が予測されています。

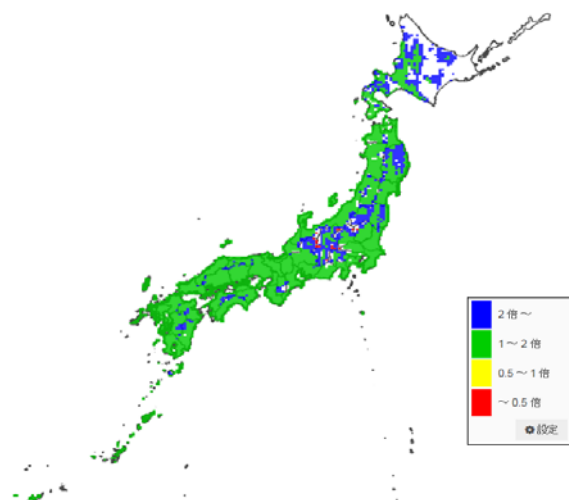


図 3.2-9 現行の移植日と栽培管理を想定した場合の水稻の収量の変化
（気候モデルが MIROC5,RCP2.6 の場合）

【北海道】

石郷岡ら（2014）の影響評価結果について、21 世紀半ば（2031-2050 年）および 21 世紀末（2081-2100 年）における、複数の気候モデルを用いて予測した粗玄米収量の変化率（現在の収量=1）を図 3.2-10 に示します。21 世紀半ば（2031-2050 年）では、増収が予測されています。なお、計算では、第 2 次地域区画（2 次メッシュ）で国土数値情報土地利用メッシュ 2006 年版における水田面積比率が 1 %以上のメッシュを計算対象としていますが、気象データはメッシュ全体の平均を用いているため、山間部ではメッシュ標高が実際の水田の標高よりも高く、基準期間（1981-2000）の平均収量がかかり過小評価される傾向にあります。このため、将来の予測収量の相対値が大きく見積もられる場合があります。

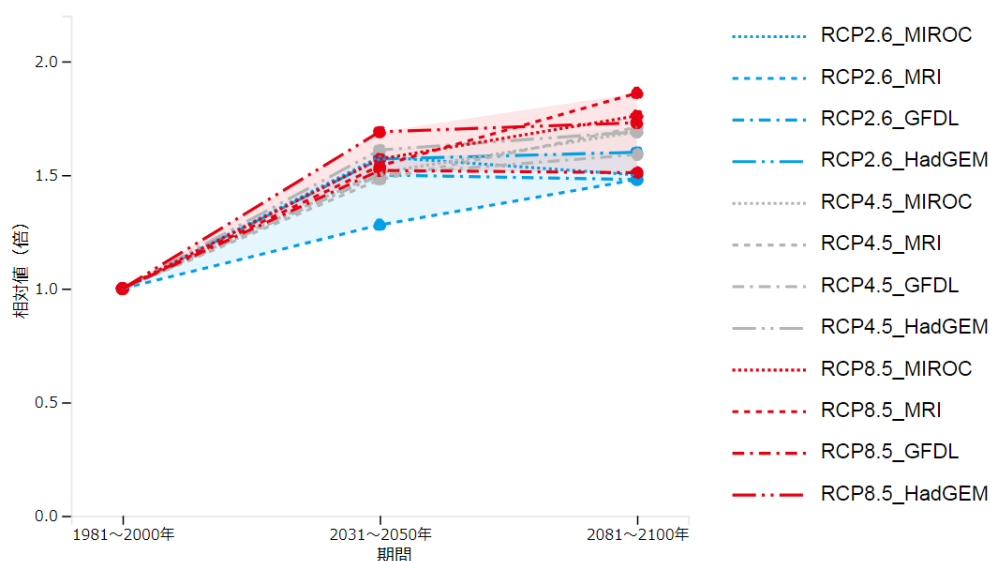


図 3.2-10 現行の移植日と栽培管理を想定した場合の水稲の収量の変化
(現在の収量 = 1, 4つの気候モデルの結果)

■ 品質

水稲の「品質」に関連する品質低下リスク指標については、北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）¹⁵および石郷岡ら（2014）¹⁶により報告されています。ここでは当該結果について記載します。ただし、北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）は、北海道地域のみを対象となります。また、石郷岡ら（2014）では、出穂後 20 日間における日平均気温 26℃以上の積算気温（HDD¹⁷）を指標として、高温による品質低下リスクを分類し、HDD が 20℃日未満の条件で得られる収量を品質低下リスクの低い（＝「リスク低」）コメとしました。

<北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）>

【北海道】

北海道立総合研究機構農業研究本部（2011）では、「きらら 397」を対象品種とし、各地帯の代表地点として 18 地点¹⁸を対象に、品質（精米アミロース含有率と蛋白質含有率）への影響評価を実施しています。気候シナリオは CCSR 及び CGCM1 を、影響評価手法には以下の推定式を用いています。

¹⁵ 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）：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，北海道立総合研究機構農業試験場資料 第 39 号

¹⁶ 石郷岡康史ら（2014）：S-8-1(6) 農業・食料生産における温暖化影響と適応策の広域評価. S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究 2014 報告書「日本への影響」－新たなシナリオに基づく総合的影響予測と適応策－, 9-10.

¹⁷ HDD：出穂後 20 日間の日平均気温 26℃以上の積算値。

¹⁸ 江差町、北斗市、ニセコ町、共和町、伊達市、厚真町、恵庭市、長沼町、新條津村、岩見沢市、深川市、雨竜町、小平町、士別市（士別）、旭川市、中富良野町、名寄市（風連）、北見市

- ・ アミロース含有率 (%) = $0.0137x + 31.776$
- ・ 蛋白質含有率 (%) = $0.0000425 (x - 849)^2 + 7.38$

ただし、 x は出穂後 40 日間の日平均積算気温（登熟気温，℃）です。

2 つの気候シナリオ（CCSR、CGCM1）を用いた場合の 2030 年代における精米アミロース含有率（%）と蛋白質含有率（%）の変化の予測結果を表 3.2-5 に示します。登熟期の気温上昇により精米アミロース含有率は 18 地帯平均で現在より 0.9%～1.5%低くなります。また、精米蛋白質含有率は、現在より成苗で 0.2%、中苗で 0.3%低くなると予測されています。

表 3.2-5 現在および 2030 年代における精米アミロース含有率（％）と蛋白質含有率（％）の推定値¹⁹

地帯地域 市町村名 番号	現在						CCSR											
	中苗			成苗			中苗						成苗					
	登熟 気温 ℃	アミ ロース含 有率	蛋白 含有率	登熟 気温 ℃	アミ ロース含 有率	蛋白 含有率	登熟 気温 ℃	同左 差異	アミ ロース含 有率	同左 差異	蛋白 含有率	同左 差異	登熟 気温 ℃	同左 差異	アミ ロース含 有率	同左 差異	蛋白 含有率	同左 差異
1 檜山 江差町	840	20.3	7.4	854	20.1	7.4	901	61	19.4	-0.8	7.5	0.1	907	53	19.4	-0.7	7.5	0.1
2 渡島 北斗市	795	20.9	7.5	812	20.7	7.4	884	89	19.7	-1.2	7.4	-0.1	890	78	19.6	-1.1	7.4	0.0
3 後志 ニセコ町	759	21.4	7.7	781	21.1	7.6	828	69	20.4	-0.9	7.4	-0.3	848	67	20.2	-0.9	7.4	-0.2
4 後志 共和町	802	20.8	7.4	824	20.5	7.4	876	74	19.8	-1.0	7.4	-0.1	884	60	19.7	-0.8	7.4	0.0
5 胆振 伊達市	781	21.1	7.6	802	20.8	7.4	870	89	19.9	-1.2	7.4	-0.2	878	76	19.7	-1.0	7.4	-0.1
6 胆振 厚真町	720	21.9	8.1	742	21.6	7.8	818	98	20.6	-1.3	7.4	-0.7	830	88	20.4	-1.2	7.4	-0.5
7 石狩 恵庭市	771	21.2	7.6	790	21.0	7.5	842	71	20.2	-1.0	7.4	-0.3	853	63	20.1	-0.9	7.4	-0.1
8 石狩 長沼町	772	21.2	7.6	795	20.9	7.5	848	76	20.4	-1.0	7.4	-0.3	861	66	20.0	-0.9	7.4	-0.1
9 石狩 新篠津村	753	21.5	7.7	778	21.1	7.6	836	83	20.3	-1.1	7.4	-0.4	848	70	20.2	-1.0	7.4	-0.2
10 空知 岩見沢市	777	21.1	7.6	795	20.9	7.5	849	72	20.1	-1.0	7.4	-0.2	859	64	20.0	-0.9	7.4	-0.1
11 空知 深川市	795	20.9	7.5	813	20.6	7.4	878	83	19.7	-1.1	7.4	-0.1	885	72	19.7	-1.0	7.4	0.0
12 空知 雨竜町	768	21.3	7.6	788	21.0	7.5	829	61	20.4	-0.8	7.4	-0.3	842	54	20.2	-0.7	7.4	-0.2
13 留萌 小平町	737	21.7	7.9	769	21.2	7.6	801	64	20.8	-0.9	7.5	-0.4	819	50	20.6	-0.7	7.4	-0.2
14 上川 士別市	723	21.9	8.0	752	21.5	7.8	794	71	20.9	-1.0	7.5	-0.5	810	58	20.7	-0.8	7.4	-0.3
15 上川 旭川市	758	21.4	7.7	784	21.0	7.5	816	58	20.6	-0.8	7.4	-0.3	831	47	20.4	-0.6	7.4	-0.2
16 上川 中富良野町	769	21.2	7.6	790	21.0	7.5	829	60	20.4	-0.8	7.4	-0.3	847	57	20.2	-0.8	7.4	-0.1
17 上川 名寄市	713	22.0	8.1	738	21.7	7.9	793	80	20.9	-1.1	7.5	-0.7	813	75	20.6	-1.0	7.4	-0.5
18 網走 北見市	697	22.2	8.3	721	21.9	8.1	765	68	21.3	-0.9	7.7	-0.7	784	63	21.0	-0.9	7.5	-0.5
平均	763	21.3	7.7	785	21.0	7.6	837	74	20.3	-1.0	7.4	-0.3	849	65	20.1	-0.9	7.4	-0.2

地帯 地域 市町村名 番号	CGCM1											
	中苗						成苗					
	登熟 気温 ℃	同左 差異	アミ ロース含 有率	同左 差異	蛋白 含有率	同左 差異	登熟 気温 ℃	同左 差異	アミ ロース含 有率	同左 差異	蛋白 含有率	同左 差異
1 檜山 江差町	922	82	19.1	-1.1	7.6	0.2	926	72	19.1	-1.0	7.6	0.2
2 渡島 北斗市	904	109	19.4	-1.5	7.5	0.0	910	98	19.3	-1.3	7.5	0.1
3 後志 ニセコ町	851	92	20.1	-1.3	7.4	-0.3	871	90	19.8	-1.2	7.4	-0.2
4 後志 共和町	899	97	19.5	-1.3	7.5	0.0	907	83	19.4	-1.1	7.5	0.1
5 胆振 伊達市	891	110	19.6	-1.5	7.4	-0.1	898	96	19.5	-1.3	7.5	0.0
6 胆振 厚真町	845	125	20.2	-1.7	7.4	-0.7	857	115	20.0	-1.6	7.4	-0.5
7 石狩 恵庭市	866	95	19.9	-1.3	7.4	-0.2	879	89	19.7	-1.2	7.4	-0.1
8 石狩 長沼町	878	106	19.7	-1.5	7.4	-0.2	887	92	19.6	-1.3	7.4	-0.1
9 石狩 新篠津村	864	111	19.9	-1.5	7.4	-0.4	877	99	19.8	-1.4	7.4	-0.2
10 空知 岩見沢市	885	108	19.7	-1.5	7.4	-0.2	893	98	19.5	-1.3	7.4	0.0
11 空知 深川市	914	119	19.3	-1.6	7.5	0.1	922	109	19.1	-1.5	7.6	0.2
12 空知 雨竜町	870	102	19.9	-1.4	7.4	-0.3	882	94	19.7	-1.3	7.4	-0.1
13 留萌 小平町	843	106	20.2	-1.5	7.4	-0.5	855	86	20.1	-1.2	7.4	-0.3
14 上川 士別市	842	119	20.2	-1.6	7.4	-0.7	855	103	20.1	-1.4	7.4	-0.4
15 上川 旭川市	859	101	20.0	-1.4	7.4	-0.4	871	87	19.8	-1.2	7.4	-0.2
16 上川 中富良野町	875	106	19.8	-1.5	7.4	-0.2	883	93	19.7	-1.3	7.4	-0.1
17 上川 名寄市	841	128	20.3	-1.8	7.4	-0.8	855	117	20.1	-1.6	7.4	-0.5
18 網走 北見市	817	120	20.6	-1.6	7.4	-0.9	831	110	20.4	-1.5	7.4	-0.7
平均	870	108	19.9	-1.5	7.4	-0.3	881	96	19.7	-1.3	7.4	-0.2

¹⁹ 現在の気象は各市町村の代表的な稲作地のアメダスメッシュデータ。登熟気温は出穂後 40 日間の日平均積算気温。同左差異は現在値との差異。移植日は 5 月 25 日。出穂日は同文献別表にて記載しており、ここでは割愛しています。2010 年の比布町（旭川市近隣）、岩見沢市における登熟気温（℃）はそれぞれ中苗：915、947、成苗：906、943、アミロース含有率（％）は中苗：19.2、18.8、成苗：19.4、18.9、蛋白含有率（％）は中苗：7.5、7.8、成苗：7.5、7.7。

<石郷岡ら（2014）>

【全国】

石郷岡ら（2014）による対象期間（1981～2100 年）における全生産量を 100 とした場合の、現行移植日を想定した予測結果を図 3.2-11 に示します。図 3.2-11 は、各メッシュの算定収量に水田面積を乗じて全国集計したもので、1981～2000 年の現行移植日による値を 100 とした場合の相対値で表しました。HDD の値が高い（すなわち高温による品質低下リスクが高い）生産物の割合が大きく増加することが予測されました。

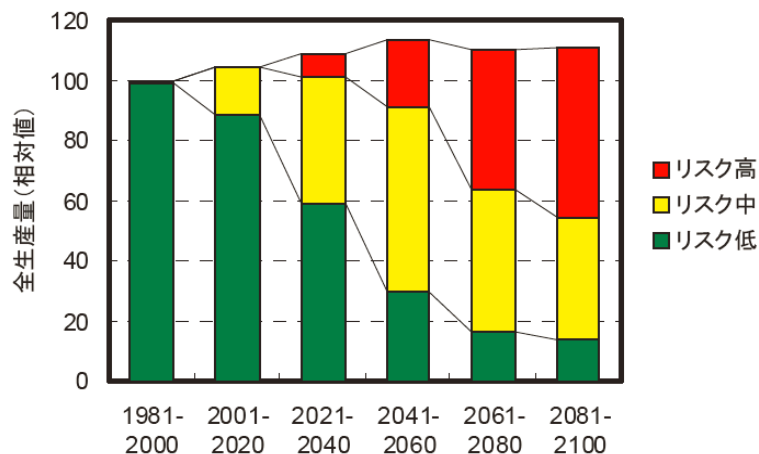


図 3.2-11 全生産量の 20 年毎の推移（MIROC3.2-hires A1b；適応なし）

図 3.2-12 に、21 世紀半ば（2031-2050 年）、気候モデルが MIROC5 の場合の、品質低下リスクの低い区分の収量の変化率を示します（現在の収量 = 1）。リスク低区分のコメの収量は、西日本を中心に減少が予測される地域が認められます。

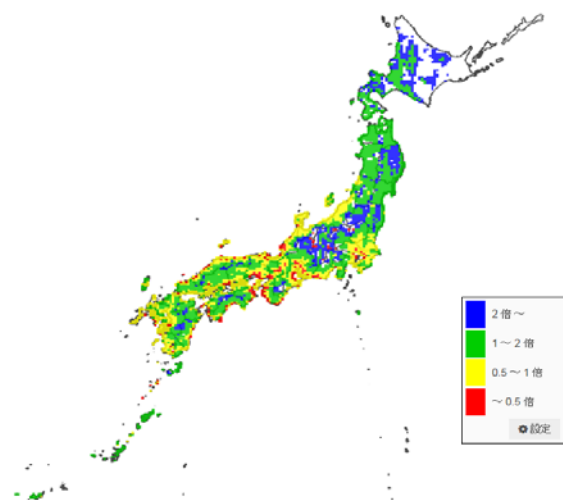


図 3.2-12 現行の移植日と栽培管理を想定した場合の品質低下リスクが低い区分の収量の変化（気候モデルが MIROC5,RCP2.6 の場合）

【北海道】

石郷岡ら（2014）による影響評価結果について、図 3.2-13 に品質低下リスクの低い区分の収量を示します。対象期間は 21 世紀半ば（2031-2050 年）および 21 世紀末（2081-2100 年）で、複数の気候モデルを用いた場合の変化率（現在の収量を 1）が示されています。これによると、21 世紀半ば（2031-2050 年）において、品質低下リスクの低い区分の増収が予測されています。



図 3.2-13 高温による品質低下リスクが低い区分の水稻の収量の変化
（現在の収量＝1，4つの気候モデルの結果）

(ウ) 適応策

水稻への影響に対する適応策については § 5.2.1 を参照下さい。