

北海道の気候の特徴と農業生産技術を考える

農林水産省 北海道農業試験場 山田一茂

1.はじめに

わが国の1950~70年代は、例えば稲作についてみても収量が飛躍的に伸びた時期である。この時期の高い生産性は、品種の開発、化学肥料や病虫害防除資材の投入、栽培技術の進歩と併せて、比較的温暖で変動の少ない気候によってもたらされた。しかし、1980年代に入ると異常気象が頻発するようになり、わが国でも、各地で気象極値の更新が観測されてきた。これに伴い、農業では冷害や高温障害、早魃などの災害が頻発し、気象災害が農業生産の被害額の第1位を占める傾向が強くなってきた。

今日、作物や家畜の生育・成長という観点から気候・気象を評価するとき、農業気候資源や農業気象資源という呼称が使用されている。今後の農業には、この農業気候資源や農業気象資源の分布、変動特性を明らかにし、それに適切に対応した生産技術を開発することが重要になると考える。ここでは農業生産技術として、「気候・気象の特徴と安定した生産の確保」の視点から、今後の農業が避けて通れない大規模農業乃至大区画圃場について考えてみる。

2.近年の気候・気象と水稻生産（大規模農業、大区画圃場を考える前に）

2.1 わが国の特徴

図1は1957~1994年（38年間）までの7月の月平均気温をみたものであるが、38年間の後半期に当たる1976~1994年の月平均気温は、前半期の1957~1975年に比べほぼ全域で低下している(岡田)。特に、オホーツク海高気圧の影響下にある北海道や東北の低下は著しく、0.5℃前後以上であった。変動を表す標準偏差は前半期で小さく、地域間差も少ない。一方、後半期の値は大きく北高南低であり、さらに北日本では東高西低と地域差が明瞭である。

表1は、対応する38年間の前半期を（気候の）安定期、後半期を不安定期と呼び、各年の水稻収量比を収量指数として、その標準偏差も併せて表している。不安定期の平均収量指数が安定期に比べて東北、次いで九州で大きく低下したことを示している。また、変動（標準偏差）は、北海道では両期間を通じて大きく、東北では不安定期に大きくなっている。なお、東北地域内では青森、岩手、宮城、福島のいわゆるヤマセ地帯で変動が大きくなっている。

2.2 北海道の特徴

2.2.1 近年の気温と水稻収量例について

表2は、1991~1995年の北海道の平均収量と作況指数である。作況指数は5年間に40~108と68もの差がある。表3は、この間の気象、病虫害による総被害量・率と、そのうち気象のみを要因とする被害を示す。近年の収量変動の要因は主に気象であることが分かる（作物統計）。



図1 7月平均気温の不安定期と安定期の差(左)、安定期の標準偏差(中)、不安定期の標準偏差(右)(岡田,1995)
安定期:1957~1975, 不安定期:1976~1994年

表1 安定期及び不安定期における水稲収量指数とその標準偏差の地域比較(岡田)。安定期：1957～1975年、不安定期 1976～1994年

	安定期	不安定期		安定期	不安定期
全国	98.7±3.7	95.1±7.7	青森	98.5±4.3	88.4±20.8
北海道	87.9±14.9	90.0±16.5	岩手	96.9±5.3	86.9±18.6
東北	98.2±4.2	92.3±12.2	宮城	96.6±5.2	87.3±15.6
北陸	99.8±3.5	97.3±4.4	秋田	95.4±6.5	96.5±6.2
関東甲信	97.3±4.3	95.7±6.3	山形	97.8±4.7	95.4±6.4
北越	94.6±6.2	97.3±5.0	福島	98.0±4.9	90.2±12.4
近畿	98.1±4.7	98.8±4.5			
中国	97.4±5.1	95.8±6.6			
四国	96.2±5.1	96.9±5.7			
九州	97.4±5.2	93.3±8.8			

表2 北海道における5年間の収量および作況指数の推移

年	収量(kg)	作況指数
1991	500	100
1992	445	89
1993	203	40
1994	541	108
1995	522	103

(農林水産省作物統計による)

表3 北海道における5年間の水稲被害、およびそれに占める気象被害の割合

年	総被害量		気象被害	
	10 ³ t	%	10 ³ t	%
1991	68.0	9.3	58.5	8.0
1992	166.3	20.4	155.3	19.1
1993	600.9	69.2	572.5	65.9
1994	25.5	2.9	22.2	2.5
1995	54.8	6.6	38.9	4.7

(農林水産省作物統計による)

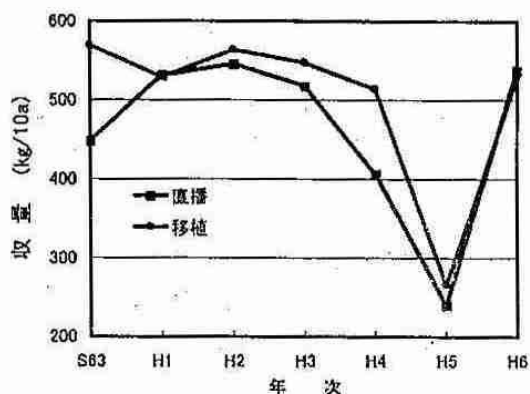


図2 乾田播種早期湛水栽培と移植栽培水稲の収量の推移(美咲市)

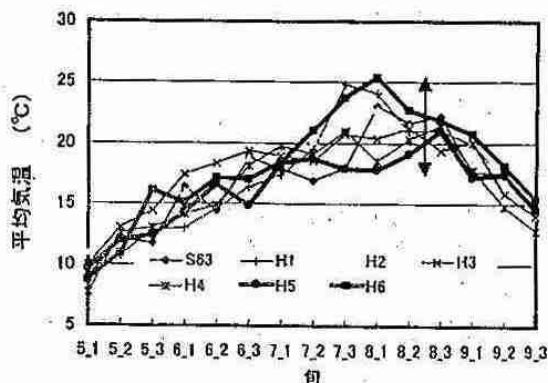


図3 昭和63年～平成6年の旬別平均気温の推移(美咲市)

図2には、水田地帯の中心である美咲市の1988～1994年までの直播と移植栽培水稲の収量を、また、図3には概ね対応する時期の旬別気温の推移を示す。

本項の図と表は、作況指数100の収量を確保する栽培技術の実施にも関わらず、想定していた平年の気象経過と異なった(7月3旬～8月1旬で最大で7～8℃の幅)ことで気象を要因とする減収が発生し、収量が大きく変動したことを表している、と見なすことができる。

ここで示した全国と北海道の例は従来の営農下で起きていることであり、規模や区画とは関係ない近年の気温と水稲収量の特徴といえる。農業生産の低コストの実現には、収量が安定していることが重要である。そこで、以下では、近年の変動が大きい気象を踏まえ、北海道の大規模、大区画農業について気候的条件と幾つかの農作業、栽培管理の面から検討してみる。

3 農業気象と大規模、大区画農業(水稲栽培を例に)

3.1 播種、移植まで

石狩、空知では4月下旬～5月上旬までに施肥、耕起・碎土等の農作業を終える必要がある。

表4は、この地域の長期積雪(根雪)の終日である。中央に平均の終日の月日を示す。表上部の各3、5、10、20、30年の意味は、左側(非超過確率)ではその年数に1回の確率で表中の月日以前に長期積雪が終わり、また、右側(超過確率)では反対に表中の月日以後まで長期積雪が続くことを表している。両端は、30年の場合の平均日からのずれである(山田ら：1998)。

終日の平均値は、平野部の観測地点で4月上旬～中旬、海岸部で4月上旬になる。積雪の終日

から施肥、耕起・砕土等の農作業の期間は、平均的な終日をもとにすると平野部で約 20~30 日、再現期間 20 年程度の消雪の遅い年では約 10~20 日となる。

表4 長期積雪日数の終日の平均値と再現期間値(月日)

観測地点	平均からの差(日)	再現期間値(月日) (非超過確率)					平均(月日)	再現期間値(月日) (超過確率)					平均からの差(日)
		30年	20年	10年	5年	3年		3年	5年	10年	20年	30年	
深川	-19	325	327	401	405	409	413	417	419	422	424	425	13
滝川	-22	321	323	328	402	407	411	416	419	422	425	426	15
美唄	-21	318	321	326	401	406	408	413	416	418	420	421	13
月形	-20	402	404	408	412	416	422	426	428	501	503	504	12
新篠津	-22	321	324	329	404	409	412	417	420	423	426	427	15
岩見沢	-19	319	321	325	330	403	407	411	414	417	420	422	15
栗沢	-10	324	324	326	328	330	403	406	409	412	415	416	13
札幌	-17	317	319	323	327	330	403	406	409	414	418	421	18
西野幌	-18	322	325	328	402	406	410	414	416	419	422	423	13
長沼	-12	320	321	323	326	329	401	403	405	408	410	411	10
島松	-22	315	318	324	329	403	406	410	413	417	420	422	16
平野部	-19	321	323	327	401	405	409	413	415	419	421	422	14
留萌	-22	316	319	324	330	404	407	411	414	417	419	420	13
増毛	-18	319	322	327	401	406	407	411	414	418	420	422	15
浜益	-20	315	318	323	326	401	404	407	409	412	414	416	12
厚田	-18	319	321	325	329	402	407	411	415	418	421	422	16
山口	-18	320	322	326	331	404	407	411	413	416	418	419	13
海岸部	-19	318	321	325	330	403	406	410	413	416	419	420	14

この時期の気温は低く、蒸発能は必ずしも高くないため、融雪水と消雪後の降水を排除することは不可能であり、土壌の乾燥は表面排水、地下浸透技術に多くを依存することになる。

作期の短い北海道では、耕起・砕土等の農作業の大幅な遅れは致命的となるため、大区画圃場では、短期間に表面水や浅い地下水を排除できる技術に基づいた規模、形状が必要となる。

3.2 移植、苗立ちから出穂

3.2.1 旬別気温の変動と生育

表5には、旬別平均気温、及び低温側の5、10、20、30年の再現期間を示す。再現期間10年の値とは、10年に1回の確率でその値以下の気温が表れることを示す。平均値に比べ、再現期間10年では1.8~3.3℃、30年では2.6~5.0℃以上下回る。図3と比較して見てほしい。

表5 美唄における旬別気温の平均値と再現期間5、10、20、30年の値(単位、℃)。

月	旬	平均	標準偏差	再現期間							
				5年	10年	20年	30年	5年	10年	20年	30年
5月	上旬	10.3	1.7	8.8	-1.5	7.9	-2.3	7.2	-3.0	6.9	-3.4
	中旬	11.9	1.6	10.7	-1.2	9.7	-2.2	8.7	-3.1	8.2	-3.7
	下旬	13.2	1.8	11.5	-1.7	10.6	-2.5	10.0	-3.2	9.6	-3.5
6月	上旬	15.3	1.9	13.6	-1.8	12.5	-2.8	11.7	-3.6	11.3	-4.1
	中旬	16.2	1.6	14.7	-1.5	13.7	-2.5	12.8	-3.4	12.4	-3.8
	下旬	17.5	1.4	16.2	-1.3	15.2	-2.3	14.3	-3.2	13.9	-3.6
7月	上旬	18.7	1.4	17.4	-1.3	16.8	-1.8	16.4	-2.3	16.1	-2.6
	中旬	20.2	1.9	18.4	-1.7	17.4	-2.8	16.6	-3.6	16.1	-4.1
	下旬	22.3	2.3	20.2	-2.0	18.9	-3.3	17.8	-4.4	17.2	-5.0

表6に1991~1997年までの生育の進み具合を示す(道立中央農試、1989-1995)。年次による大きい違いは北海道の特徴である。北海道の水稲品種はほぼ感温性であり、生育は主として気温、水温、地温に支配されるため、表5の変動への配慮を怠ることができない。

3.2.2 水位の変化

筆者は、風上側と風下側で水位が

表6 水稲の生育ステージ(水稲奨励品種決定基本調査事業成績、きらら397、道立中央農試)

年	融雪日	播種日	移植日	出穂期	成熟期
	月日				
1989	3/23	-13	4/21	5/22	8/9 9/27
1990	3/23	-13	4/23	5/22	8/2 9/16
1991	4/4	-2	4/23	5/23	8/2 9/18
1992	4/3	-3	4/22	5/22	8/9 9/27
1993	4/6	0	4/21	5/22	8/20 10/8
1994	4/6	0	4/21	5/20	7/30 9/9
1995	3/25	-11	4/22	5/22	8/6 9/26
1996	4/9	5	4/21	5/23	8/16 10/5

大きく異なる大区画圃場(長辺 160m)をみる機会があった。その時、水位差は測定しなかったが、清野ら(1995)の実験式より、水深 50mm のとき、水田の風下側の水位上昇は風速 10m で 60mm 近く、風速 7m では 30mm 程度になることが分かった。

その結果、水稲が一定の大きさに育つまでは、風向・風速によって風上側と風下側とで水位差を生じ、圃場の環境が大きく変わる可能性がある。

3.2.3 深水管理

低温時に水稲の生長部位を低温から保護する有効な手段として、深水管理が行われる。気温が危険なレベルまで下がったとき、成長部位を保護するため短時間に給水することが不可欠である。

例えば、水深 50mm で管理していた水田を 200mm の深水にすると、30a の区画では新たに 450m³、1ha では 1500m³、3ha では 4500m³を給水することになる。毎時 100m³の給水が可能とすると、単純計算で 30a では 4.5 時間、3ha では 45 時間になる。給水能力に制約があると、長辺長の長い大区画では迅速な深水管理が困難になると考えられる。また、新たに給水した水とそれまでにあった水との混合や熱的な伝搬に時間がかかることから、水温・地温の分布が不均一となり、草丈や茎数にかなりの生育差が認められる(寺元、1994)。

3.2.4 防風施設と昇温効果

北海道では、風が田面や水稲から熱を奪うことを押さえる目的で、防風林や防風ネット等の施設を設置している場合が多い。防風施設による昇温効果は気象条件、形状や密閉度で異なるが、高さ Hm の防風施設に風が直角に当たる場合、昇温域は 15 H 前後、収量は 10~15H 前後まで増収効果が認められる報告が多い(Maki: 1980、泊ら、1980)。今、3m の高さの防風ネットであれば 40m~50m、15m の高さの防風林であれば約 200m 風下まで昇温効果が期待できる。

3.2.1 で示した低温になりやすい地域での大区画圃場は、偏東風に対して昇温効果が期待できる区画、形状とすることが低温年の被害回避に重要と考えられる。

4. おわりに

近年、規模拡大とは無関係に水稲収量が不安定化している地域が増加している。主な要因は、気象の変動が大きくなっていることである。大規模化、大区画化の目的の一つは低コストの実現であり、それには収量が安定していることが重要である。

わが国のなかでも、北海道は気象の年次変動が大きく、寒冷で作期が短い特徴があり、適正な農作業の機会を失ったり、生育差による収量や品質の低下が生じる可能性が大きい。気象のように人為的に変えることの困難な要素については、それぞれの地域の立地条件を十分に理解し、農業技術開発や栽培管理を行うことが大切と考える。

参考資料:

美唄市直播研究会, 1996: 平成 8 年度乾田直播研究会。

北海道立中央農業試験場稲作部, 1989-1995: 水稲奨励品種決定試験成績書。北海道。

Maki, T., 1980: Studies on the wind break nets (2) Micrometeorological modification of a cool weather damage of paddy rice displayed by two kinds of rice field. J. Agric. Meteor. 36(3), 161-172.

作物統計, 1991-1995: 農林水産省統計情報部。

岡田益己, 1995: 我が国の食糧と日本農学—変動の大きい気象と農業技術—, 農業および園芸, 70(7), 743-748.

清野真人, 小林正孝, 小南 力, 1995: 大区画水田の区画計画と道水路整備水準. 農土誌, 63(9), 931-936.

寺元信幸, 1994: 平成 5 年度農業土木に関する試験成績書。北海道立中央農業試験場土木部, 65-93.

泊 功, 石黒忠之, 藤原忠, 1980: 防風網による冷害気象改善に関する研究. 北海道農試報, 127, 31-76.

山田一茂, 広田知良, 城岡竜一, 1998: Weibull 分布を用いた積雪気候値の長期継続期間とその初日、終日の解析. 農業気象, 54(1), 63-69.