

昭和50年代の東北における水稲生育の地域特性と気象

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	清野, 馨
巻/号	43巻8号
掲載ページ	p. 362-365
発行年月	1988年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



昭和50年代の東北における 水稻生育の地域特性と気象

清野 馨

はじめに

東北地方は、昭和51年に20数年振りの本格的冷害に遭遇したが^{13,19)}、その後、55,56,57年と米作の作況はいずれも平年作を下回っている。58年も低温の影響を受けたが、辛うじて平年作を維持した。このうち55年はいわゆる障害型と呼ばれる冷害で、天明の飢饉に匹敵する規模といわれたが、56年以降は遅延型あるいは混合型ともいわれるもので、いずれも専門分野からの実態解析がなされている^{11,15,20,21,22)}。とくに太平洋側に被害がみられ、「やませ風」^{5,10)}をその原因としているが、土壌肥料の立場からも苗の素質、地力増強、窒素追肥などの影響について検討がなされている^{2,3,4,6,7,14)}。59年以降は一転して豊作型に転じているが、昭和50年代は東北地方の稲作にとって稀れにみる変動の時代であったといえよう。

この期間、農政においても水田総合利用対策(51年)、水田利用再編対策(55年)等、米の生産調整の施策が相次いで出され、63年度からはさらに水田農業確立対策が施行されようとしている。

このような情勢の下で、食糧基地を自負する東北稲作も苦悩の状態にあるが、コスト低下を図って対応する以外には道もなく、より一層の生産効率の向上を目指して研究を進めているのが現状である。

気象に左右される稲作を安定化するには、気象の予測技術の開発と気象変化に伴う水稻の生育変動を的確に把握する解析技術並びにその対策技術の確立が必要である。多様な気象条件下にある本地域では、気象に基づいた水稻生育の地域特性について多くの研究^{5,8,16,17)}がなされ、また冷害抵抗性に関する基礎的研究の蓄積も多い^{9,12,18,23)}。

筆者らは、近年の異常気象と稲作との関係を土壌肥料の立場からその実態を把握するため、登熟、栄養診断、土壌診断等について研究会を開催し、解析研究の深化を図るとともに、玄米生産能率を向上する技術対策について検討してきた。本稿はこれら研究会で討議された東北各県農試の資料をもとに取りまとめたものである。

東北の各県農試、農業センターでは、標準的な栽培あるいは施肥法、土壌改良を異にした区を含む長期継続試験(作況試験、三要素試験、堆肥肥、土壌改良資材連用

Kaoru SEINO: Influence of Meteorological Phenomena in the Showa 50's on the Growth of Rice Plant in the TOHOKU District. 農業技術 43 (8), 1988.

第1表 継続試験一覧

試験地	土 壤	試 験 名	品 種・試験区概要
青森	黒石 黄色土	作況 堆肥連用	レイメイ(畑苗) ムツホナミ(中苗)
	藤坂 多湿黒ボク土	作況	レイメイ(畑苗)
岩手	滝沢 多湿黒ボク土	土壌環境 基礎調査	ハヤニシキ(稚苗) 化学肥料, 総合改善
	江刺 褐色低地土	作況	ササニシキ, トヨニシキ (稚苗), 堆肥・珪カル
宮城	名取 灰色低地土	三要素・堆肥	ササニシキ(稚苗)
	岩沼 泥炭土		" 対照, 排水
	古川 細粒グライ土		" 堆肥
秋田	秋田 ¹⁾ 細粒グライ土	三要素・堆肥	トヨニシキ(稚苗, 畑苗)
	大潟 細粒強グライ土	三要素・堆肥	" (中苗)
山形	山形 ²⁾ 細粒灰色低地土	三要素	ササニシキ(稚苗) 標準, 対応
	庄内 細粒強グライ土	作 況	
	最上 多湿黒ボク土	"	
	置賜 細粒強グライ土	"	
福島	郡山 灰色低地土	三要素・堆肥	同上
	会津 灰色低地土	三要素	

調査年次は ¹⁾52~59年, ²⁾52~57年をのぞいて50~59年

試験などがなされているが、これらの試験は土地生産性の定量的把握のほかに気象と作物との関係を解析するうえで貴重な情報を提供してくれる。本稿も第1表に示す各試験地の継続試験からの情報をもとにしている。

1. 平年と低温年の比較

1) 収量と収量構成要素の地域別特徴 昭和52~54年を平年作、55~57年を低温年(冷害年)としてとりまとめた結果を第2表に示したが、冷害の内容は必ずしも一様ではなく、55年は障害型、56年は遅延型、57年は混合型といわれている。

表によると、平年の作柄に対し冷害年の玄米重が約20%低い太平洋側(藤坂, 滝沢, 名取, 古川, 岩沼, 江刺, 郡山)と、10~15%の日本海側北部(黒石, 大潟, 秋田)、ほとんど減収のみられない日本海側中・南部(大曲, 最上, 山形, 庄内, 置賜, 会津)とに分けられる。しかも、減収は収量構成要素のうち、登熟歩合(太平洋側北部)、一穂えい花数と登熟歩合(太平洋側中・南部)、一穂えい花数と穂数(日本海側北部)におおよそ分けられ、太平洋側は登熟、日本海側はえい花数によるものであることがわかる。また、窒素の玄米生産能率の低下を伴っている

第2表 平年(昭和52~54年)収量と冷害年(昭和55~57年)の指数

(北東北)

(3カ年平均)

試験地	品 種	玄米重 (kg/a)	わら重 (kg/a)	総穎花数 ×100/m ²	一 穂 穎花数	穂 数 /m ²	玄米千粒重 (g)	登熟歩合 (%)	Nの玄米 生産能率
藤坂(青森)	レイメイ	65.0(78)	61.0(146)	337(114)	97.1(105)	349(110)	22.3(94)	86 (73)	46 (87)
滝沢(岩手)	ハヤニシキ	56.2(80)	55.8(139)	265(101)	69.9(104)	372 (99)	23.2(95)	94 (77)	52 (88)
黒石(青森)	レイメイ	62.1(91)	63.4 (96)	361 (96)	94.0 (98)	383 (97)	22.3(97)	80 (95)	51 (94)
大瀧(秋田)	トヨニシキ	73.3(84)	94.6 (90)	378 (80)	89.2 (77)	423(103)	21.9(98)	84(107)	38 (73)
秋田(秋田)	トヨニシキ	52.1(86)	78.8 (79)	249 (95)	56.7(109)	436 (89)	21.8(99)	91 (97)	44(109)
大曲(秋田)	キヨニシキ	54.8(99)	61.3(103)	277 (99)	82.8 (94)	333(106)	22.6(96)	91(102)	57(116)

試験地も認められる。

(南東北, ササニシキ, 3カ年平均)

2) 気象要因 昭和52~54年(平年)における移植から収穫までの日平均気温の積算値をみると、青森県の黒石、藤坂では2,500°Cで低く、岩手県の江刺、宮城県の前川、山形、秋田、郡山などでは2,900~3,000°Cで高く、他

試験地	玄米重 (kg/a)	わら重 (kg/a)	総穎花数 ×100/m ²	一 穂 穎花数	穂 数 /m ²	玄米千粒重 (g)	登熟歩合 (%)	Nの玄米 生産能率
名取(宮城)	52.8	59.4	304	66.7	457	21.0	82	56
古川(宮城)	57.1	59.6	376	68.6	548	20.4	75	62
岩沼(宮城)	59.3	60.9	318	69.1	464	21.7	85	56
江刺(岩手)	61.8	61.9	386	67.3	573	22.0	78	57
郡山(福島)	63.9	74.5	412	73.3	566	21.5	70	63
平年平均	59.0 (83)	63.2 (98)	359 (92)	69.0(91)	521(101)	21.3(96)	78 (92)	59 (91)
最上(山形)	60.5	93.8	388	73.1	534	21.8	69	48
山形(山形)	63.0	57.0	425	86.8	489	20.5	74	52
庄内(山形)	65.6	60.3	328	61.3	535	22.5	88	61
会津(福島)	65.6	63.3	352	65.1	543	20.3	87	74
置賜(山形)	68.7	63.2	401	70.5	563	21.9	77	62
平年平均	64.7(100)	67.5(104)	379(100)	71.3(96)	533(105)	21.4(98)	79(101)	59(100)

() は昭和52~54年に対する冷害年指数 以下3, 4表とも同じ。

の多くの試験地が2,700~2,800°Cである。ところが、日照時間では江刺が最も少なく(650時間)、秋田、庄内など日本海沿岸が900時間を超える多照となっている。したがって、気温、日照において秋田は最も恵まれているのに対し、宮城県および岩手県南部は日照において、青森県は気温において厳しい環境におかれている。

冷害年における対平年指数を示した。水稻の生育期間は次のI~Vに分けた。I:移植期~移植後約1カ月 II:移植後約1カ月~最高分けつ期 III:最高分けつ期~幼穂形成期 IV:幼穂形成期~穂揃期 V:穂揃期~成熟期。

第3表によると、全試験地とも冷害年には気温よりも日照時間の低下が著しく、特に藤坂、大瀧のIII期は平年の50%という日照時間であり、岩手県南部と宮城県のIV

第3表に平年の生育期間別日平均気温、日照時間と冷

第3表 平年(昭和52~54年)の生育期間別日平均気温、日照時間と冷害年(昭和55~57年)の指数

(北東北, 3カ年平均)

試験地	日平均気温(°C)					日平均日照時間				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
藤坂(青森)	17.0(101)	21.2 (97)	21.6(102)	23.4(91)	19.8(91)	5.9(107)	6.4 (70)	8.3(49)	5.9 (69)	5.8 (80)
滝沢(岩手)	16.1 (98)	21.6 (93)	24.1(100)	24.9(92)	21.0(89)	5.5(120)	4.9(108)	6.0(90)	6.4 (88)	5.6 (81)
黒石(青森)	17.8 (99)	20.2(106)	22.2(103)	23.3(96)	21.3(92)	6.4(112)	5.1(137)	7.6(78)	7.2 (79)	6.7 (75)
大瀧(秋田)	16.9 (95)	21.4 (95)	22.9 (99)	23.5(94)	19.4(94)	5.8(123)	6.2 (74)	8.5(56)	6.0(121)	5.6(104)
秋田(秋田)	17.6 (98)	23.8 (91)	27.7 (89)	26.0(83)	20.9(99)	6.2(121)	5.4(108)	9.0(88)	8.6 (72)	6.7 (89)

I~V:生育期 大瀧:昭和52年は欠測, II, III期は57年も欠測, IV期は53年欠測

(南東北, 3カ年平均)

試験地	日平均気温(°C)					日平均日照時間				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
名取(宮城)	16.7	21.6	22.9	24.7	19.9	6.0	3.3	7.1	6.3	4.5
古川(宮城)	16.9	21.3	22.7	24.1	21.7	6.6	3.7	5.8	6.0	5.4
岩沼(宮城)	16.3	22.0	23.0	24.7	22.7	5.8	3.5	6.3	6.5	5.1
江刺(岩手)	16.8	21.8	22.6	25.3	23.1	5.0	2.7	4.0	6.0	4.7
郡山(福島)				25.3	23.6					
平年平均	16.6(98)	21.6(94)	22.8(97)	24.8(91)	22.2(89)	5.8(107)	3.3(154)	5.8(88)	6.2(63)	4.9(78)
最上(山形)	17.6	21.4	22.3	24.4	18.8	5.9	4.8	6.4	6.5	4.9
山形(山形)	18.4	22.4	23.1	26.8	21.1	6.4	5.5	6.3	7.6	5.7
庄内(山形)	18.1	22.6	23.5	24.9	21.8	7.9	6.6	8.4	8.4	6.9
会津(福島)	18.7			25.1	23.4	6.4			7.6	6.2
置賜(山形)	19.4	22.2	22.7	24.7	21.6	6.0	5.6	6.3	6.2	4.9
平年平均	18.4(95)	22.1(91)	22.9(100)	25.1(91)	21.3(97)	6.5(107)	5.6 (98)	6.8(79)	7.2(91)	5.7(94)

期は60%である。

また、各生育期間ごとの積算値をとってみると、日平均気温の積算値では太平洋側北部(藤坂、滝沢)のII期が平年にくらべて85%、日照時間の積算値では藤坂のII、III期が57、36%と著しく低いほか、太平洋側南部ではIV期、日本海側ではIII期にそれぞれ約75%に低下する。

3) 水稻の生育様式 水稻の生育様式を生育期間ごとのCGRと $\Delta N/\Delta W$ で表し、平年と冷害年を比較した。

CGR: 期間中の乾物生産量 g/m²/日 (個体群相対生長速度)

$\Delta N/\Delta W$: 期間中の窒素吸収量/同期間中の乾物生産量 (%表示)

平年にくらべて、冷害年には太平洋側北部でIIおよびIII期の $\Delta N/\Delta W$ の増大、IV期の低下が特徴的にみられ、太平洋側南部ではIII、IV、V期のCGRの低下、日本海側では各期間のCGRの低下が認められる(第4表)。

2. 水稻の生育・収量と気象との相互関係

1) 水稻の生育様式と気象との関係 第5表に各試験地のCGR、 $\Delta N/\Delta W$ と最も高い相関を示す事例を掲げ

気象要素	日平均値	期間積算値
最高気温	最高(期間)	最高積(期間)
最低気温	最低()	最低積()
平均気温	平均()	平均積()
気温較差	較()	較積()
日照時間	日照()	日照積()

た。気象要素の表示は左表によった。表によると、青森、岩手、宮城等太平洋側では日照あるいは日照積と相関を示す

例が多く、日本海側は気温と関係する例が多い。また、ある期間の気象が同期間の生育様式と相関を示す事例のほかに、もっと後の期間の生育と高い相関を示す場合があることも認められる。

2) 収量構成要素に影響する諸要因 収量構成要素(穂数、一穂えい花数、登熟歩合、玄米千粒重)個々について、気象、生育様式との関係を検討し、各試験地において該要素に最も高い相関係数を示す要因を調べた。

第5表 気象と最も高い相関を示す水稻の生育様式

試験地	気象(生育期間)	生育様式(生育期間)
黒石	平均(IV)	CGR(IV)
藤坂	日照(V)	CGR(V)
滝沢	平均(I)	CGR(II)
"(改善)	日照積(I)	$\Delta N/\Delta W$ (V)
江刺(ササニシキ)	日照積(I)~(III)	CGR(IV)
"(トヨニシキ)	日照(IV)	CGR(IV)
古川	日照積(III)	$\Delta N/\Delta W$ (V)
岩沼	最低(II)	CGR(III)
名取	日照積(III)	$\Delta N/\Delta W$ (III)
秋田	平均積(II)	CGR(IV)
大瀧	日照積(I)	$\Delta N/\Delta W$ (IV)
山形	最高(I)	$\Delta N/\Delta W$ (II)
庄内	較(I)	$\Delta N/\Delta W$ (IV)
最上	平均(IV)	CGR(IV)
置賜	平均積(I)	CGR(I)
郡山	平均積(IV)	$\Delta N/\Delta W$ (V)
会津	日照(II)	CGR(III)

第4表 平年(昭和52~54年)の生育様式と冷害年(昭和55~57年)の指数

(南東北, ササニシキ, 3カ年平均)

試験地	CGR (g/m ² /day)					$\Delta N/\Delta W$ (%)				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
名取(宮城)	1.2	10	11	24	9	3.5	1.6	0.50	0.37	0.60
古川(宮城)	1.5	9	17	27	7	3.3	2.2	1.6	0.37	0.25
岩沼(宮城)	1.4	11	24	23	9	3.1	1.9	0.43	0.33	0.43
江刺(岩手)	1.0	9	15	24	10	3.3	2.6	0.72	0.63	0.16
郡山(福島)				19	13				0.69	0.14
平年平均	1.3(100)	9.7(99)	16(68)	23(74)	9.6(87)	3.3(97)	2.0(95)	0.81(92)	0.48(91)	0.31(151)
最上(山形)	1.0	11	18	28	16	3.9	1.7	0.96	0.60	0.17
山形(山形)	1.8	14	21	25	13	3.2	1.8	0.47	0.67	0.30
庄内(山形)	1.5	11	24	24	13	3.4	1.2	0.83	0.67	0.23
会津(福島)	2.5			19	11	3.4			0.10	0.34
置賜(山形)	1.4	11	19	20	13	3.0	1.6	0.96	0.27	0.43
平年平均	1.6(93)	12(83)	20(95)	23(91)	13(84)	3.4(97)	1.6(133)	0.80(125)	0.46(80)	0.29(141)

(北東北, 3カ年平均)

試験地	品種	CGR (g/m ² /day)					$\Delta N/\Delta W$ (%)				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
藤坂(青森)	レイメイ	2.6(126)	15(98)	16(120)	21(94)	13(70)	3.4(94)	1.4(136)	1.2(125)	0.92(61)	0.44(102)
滝沢(岩手)	ハヤニシキ	7.8(96)	11(65)	6(220)	27(95)	8(96)	3.6(86)	1.3(200)	0.41(219)	1.0(52)	0.21(128)
黒石(青森)	レイメイ	3.2(98)	18(83)	21(89)	23(92)	15(64)	3.0(106)	1.5(126)	1.4(86)	0.46(87)	0.33(170)
大瀧(秋田)	トヨニシキ	2.1(50)	13(76)	28(68)	19(172)	15(66)	3.7(105)	2.3(135)	0.54(185)	0.32(181)	0.89(191)
秋田(秋田)	トヨニシキ	1.6(81)	11(83)	21(77)	25(65)	6(131)	3.5(74)	2.3(78)	0.80(109)	0.45(64)	0.83(82)

滝沢は昭和54年単年度、大瀧は昭和53、54両年度

穂数は一穂えい花数、千粒重との相関が高い試験地(黒石、最上)、CGR、N%、乾物重が関係する試験地(滝沢、江刺、大瀧、会津)のほかは、多くの試験地で

気象要因との相関が高かった。気象要因は主としてI, II期に関係し、藤坂, 岩沼では日照時間積算値, 他は気温に関係した要因であった。

一穂えい花数との相関は、IV期のCGRあるいは $\Delta N/\Delta W$ との間に3試験地(名取, 秋田, 大潟)の事例があるのみで、他の多くの試験地は気象要因との間にみられた。気象要因のうちIV期に関係するものは正の相関を示したが、他の期間では負の相関を示す傾向であった。登熟歩合と相関を示す試験地のうち生育様式に関係するのは藤坂, 滝沢, 古川, 岩沼, 秋田, 大潟, 庄内の各試験地でI, III期のCGR, 有効分げつ期の乾物重, 最高分げつ期の乾物重, N%が該当した。一方、気象要因では山形, 郡山等でIVあるいはV期との相関がみられるほかは、栄養生長期間の気象が関係している例が多い。以上のことから、登熟歩合は栄養生長期間の気象, 生育様式に影響される部分がかなり多いことが示唆される(第6表)。

第6表 登熟歩合との相関が最も高い要因と試験地

生育様式		気象要因			
藤坂レイメイ	乾物重(有) -0.940	黒石レイメイ	III	最低	-0.963
滝沢(改)	CGR(III) -0.995	藤坂アキヒカリ	III	最低積	-0.949
古川	乾物重(有) -0.942	江刺ササニシキ	V	平均積	-0.820
岩沼	N%(最) 0.869	トヨニシキ	I-II	最高積	-0.932
秋田(畑)	CGR(I) 0.880	名取	I	最低	0.984
(稚)	CGR(I) 0.860	秋田(堆・畑)	II	日照	0.879
大潟(堆)	CGR(III) -0.972	(堆・稚)	II	較積	-0.903
庄内	乾物重(最) 0.966	大潟	I-II	較積	0.996
		山形	IV	日照積	-0.896
		(改)	IV	日照積	-0.981
		郡山	V	較積	0.835
		会津	I-III	最低積	-0.963

玄米千粒重は登熟歩合と正の相関を示す大潟, 栄養生長期間の生育様式と相関を示す滝沢, 庄内のほかは9試験地12事例で気象要因との関係が認められた。その大部分はIVあるいはV期の気温に関するものである。

おわりに

変動の大きかった昭和50年代の東北の稲作と気象との関係について、同一設計で長期にわたって継続している試験結果をもとに検討した。

(1)やませ風を主とする低温, 少照による被害は、太平洋側で登熟歩合, 日本海側ではえい花数にあらわれる。冷害年の気象的特徴は、太平洋側北部でII期の平均気温積算値, 太平洋側南部ではIV期の日照時間積算値, 日本海側でもIII期の日照時間積算値がそれぞれ低下することである。この気象条件に対応して、太平洋側北部ではIII期の $\Delta N/\Delta W$ の増大, IV期の低下があり, 太平洋側南部, 日本海側ではCGRの低下が認められた。

(2)気象と水稻の生育様式(CGR, $\Delta N/\Delta W$)との関係について検討した結果、太平洋側では日照時間(期間平均, 期間積算値)と相関を示す事例が多く, 日本海側は気温と関係することが分かった。また、生育初期の気象と後期の生育様式との間に相関がみられる事例があった。

(3)収量構成要素のうち、穂数, 一穂えい花数, 登熟歩合は栄養生長期間の気象と相関が高く, 玄米千粒重は幼穂形成期以後の気象との相関が高い傾向にあった。

以上、気象との関係を主に要約したが、水稻の生育初期の気象条件と生育後半の乾物生産様式との間の強い相関は、生育の逐次予測が可能であることを意味し、また気象要因が決定的に影響する試験地のほか、生育様式との相関が高い地域があることは、技術による対応が可能であることを思考させる。東北地方の水稻作は、今後一層の低コスト化を強いられるが、そのためには地域毎の水稻の生育特性を気象, 土壌を含めて総合的に解明することが必要である。その特性に対応して、肥培管理技術の玄米生産能率を高めることが低コスト稲作への道である。

(前東北農業試験場土壌肥料第1研究室長)

引用文献

- 1) 阿部玄三 (1969) 青森農試研報, 14 : 39
- 2) 千葉満男ら (1982) 土肥講要, 28 : 238
- 3) 千葉満男ら (1983) 土肥講要, 29 : 247
- 4) 蜂ヶ崎君男 (1983) 土肥講要, 29 : 249
- 5) 日野義一 (1980) 宮城農七報, 46 : 1
- 6) 石田 博 (1982) 土肥講要, 28 : 243
- 7) 甲斐敬市郎ら (1983) 土肥講要, 29 : 251
- 8) 鎌田金英治ら (1983) 秋田農試研報, 25 : 33
- 9) 松本 頤 (1979) 東北農業研究, 24 : 47
- 10) 宮部克己ら (1973) 岩手農試研報, 17 : 1
- 11) 宮城県農業センター (1981~'82, '83) 宮城農七報, 12, 13, 14
- 12) 村上利男ら (1973) 東北農試研報, 45 : 33
- 13) 日本農業気象学会 (1977) 水稻冷害の対策技術「51年水稻冷害と今後の対策技術」
- 14) 斉藤博之ら (1983) 土肥講要, 29 : 249
- 15) 下田英雄ら (1982) 山形農試研報, 17 : 27
- 16) 高橋重郎 (1975) 宮城農七報, 45 : 1
- 17) 武田敏昭ら (1974) 福島農試研報, 13 : 23
- 18) 谷口利策 (1979) 東北農業研究, 24 : 6
- 19) 東北農業試験場研究協議会 (1978) 東北地域における昭和51年異常気象による水稻・畑作物被害の実態と解析—51年冷害の記録—p. 380
- 20) 東北農業試験場 (1981) 東北地域における55年冷害の記録—昭和55年異常気象による作物被害の実態と解析, p. 313
- 21) 東北農業試験場 (1982) 東北地域における56年冷害の記録—水稻冷害と台風害の実態と解析, p. 129
- 22) 東北農業試験場 (1983) 東北地域における57年冷害の記録—水稻障害不稔の実態と解析, p. 146
- 23) 和田道宏ら (1978) 東北農業研究, 21 : 63