

## 小麦の冷害に関する研究第9報

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者	戸田, 正行
巻/号	41巻3号
掲載ページ	p. 310-314
発行年月	1972年9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



## 小麦の冷害に関する研究

### 第9報 開花期前後の低温による稔実障害の実態調査\*

戸 田 正 行

(長野県農業試験場)

本研究の第8報までは、出穂期における冷害、すなわち出穂期の低温による不稔現象を取扱った。本報では長野市川中島町ほか数カ所で発生した稔実異常現象を取扱い、実態調査の結果から、この現象が開花期前後における冷害であると推論するにいたつた経過を述べる。

#### 調査方法

1960年と1962年に北佐久郡軽井沢町、1964年に上水内郡戸隠村、1964年と1966年に長野市川中島町で発生した稔実異常現象について実態調査を行なつた。調査方法は各年次場所とも同様である。まず被害地の農家から被害圃場ごとに播種期、施肥法、出穂期などをききとつた。つぎにいくつかの被害圃場について、圃場あたり2~3カ所あて調査材料をとり、株別、分けつ別に稈長、穂長、被害粒数、正常粒数などを調査した。また被害穂については、小穂別、小花別に被害粒の形や大きさを調査した。被害粒の調査にあつては、あらかじめ、開花後0~20日の各発育時期にある正常粒を60°Cで乾燥したものを作つておき、これとの比較で、被害粒の大きさは正常粒でいえば開花後何日の粒に相当するかがわかるようにした。

#### 結 果

1964年に川中島町で発生した被害は、被害程度、被害粒の種類、調査株の新鮮さにおいて小麦の稔実異常現象を記述するのに最も適している。そこでこの被害の調査のみを詳述し、その他の場所で発生した被害については考察の項でふれる程度にとどめる。

#### 被害地および被害の概況

川中島町は当场から南西約2kmの地点にあり、標高350mの平坦な水田二毛作地帯である。この地帯の主要品種は小麦農林68号とミクニコムギであるが、両品種とも被害をうけた。被害がとくに大きかつた圃場は農林68号約10a、ミクニコムギ約10aの隣接した二枚の圃場で被害粒率は約40%であつた。しか

しその付近にあつた数haの圃場は被害粒率数%と軽微な被害であつた。被害の程度は品種により、圃場により、また同一圃場でも場所により差異があつた。

#### 被害植物の外観

成熟期において、無被害穂は穂色が褐色で芒は外側に向つて十分開き、茎葉は黄緑色であるのに、被害穂は穂色が暗緑色で芒は直立し、茎葉は暗緑色でかつ紫がかつた斑紋が多かつた。被害圃場を見渡した場合、暗い感じを与える場所ほど被害が大きかつたが、これは被害が大きいほど穂や茎葉に暗緑色が強かつたからであつた。被害株の稈長と穂長は被害軽微な場所の無被害株のそれらと全く同じであつた。

#### 被害粒および被害穂の種類と頻度

被害穂内には粒大、粒形、粒内容物の充実程度を異にする各種の粒があつたが、正常粒、しわ粒・凹粒、秕粒に大別することができた。これらの粒の定義はつぎのようである。正常粒：粒形は卵形でひずみが小さく、粒表面はしわが少なく、粒色は褐色で光沢を有しよく充実しているもの。ただしおくれ穂によくみられるいわゆる細実粒も便宜上正常粒として取扱つた。しわ粒・凹粒：粒色は褐色であるが、粒大は正常粒よりやや小さく(ただし吸水させると正常粒と同じ大きさになる)、粒の内容物が少ないために粒表面にいちじるしくしわがよるか、大きなくぼみを生じているもの。秕粒：開花前1~2日の子房のまま発育を停止しているものから開花後約15日の大ききで発育を停止したものまでを含む。粒色は黄白色ないし黄褐色、粒内容物の充実がほとんどみられず、また粒大や粒形も正常粒といちじるしく異なり粒という感じを与えないもの。

被害のいちじるしい場所で採取した材料の中から、任意に選んだ10株について株別、分けつ別に被害状況を調査し、第1表の結果を得た。この表から被害粒の種類と頻度をみると、秕粒が圧倒的に多く、しわ粒・凹粒は少ないことがわかる。また被害穂の種類と頻度をみると、秕粒としわ粒・凹粒を混在している穂が圧倒的に多く、ついで秕粒のみの穂であり、しわ粒・凹

\* 昭和47年2月14日受理

第1表 株別、分けつ別の被害状況

株番号	分けつ* 記号	稈長 (cm)	穂長 (cm)	全粒数	正常粒率 (%)	しわ粒・ 凹粒率 (%)	秕粒率 (%)	穂別被害 率(%)	株別被害 率(%)
1	0	88	9.5	61	7	20	73	93	52
	C	80	9.2	46	4	13	83	96	
	I	83	8.7	56	82	0	18	18	
	II	84	8.5	52	100	0	0	0	
2	0	82	8.7	45	0	49	51	100	50
	I	81	7.8	33	70	0	30	30	
	II	72	7.7	32	100	0	0	0	
3	0	85	9.3	54	11	63	26	89	86
	I	78	9.0	52	19	42	39	81	
	II	92	9.0	51	12	31	57	88	
4	0	88	9.4	56	4	4	92	96	68
	I	87	8.5	44	34	34	32	66	
	II	78	7.0	22	100	0	0	0	
5	0	86	9.2	54	0	100	0	100	83
	I	83	8.6	53	25	0	75	75	
	II	83	8.6	43	42	7	51	58	
	III	83	8.0	39	3	0	97	97	
6	0	83	9.3	51	0	0	100	100	81
	I	82	9.1	47	0	0	100	100	
	II	64	7.3	23	100	0	0	0	
7	0	79	9.8	50	0	0	100	100	74
	I	76	9.5	47	0	13	87	100	
	II	75	8.2	34	100	0	0	0	
8	0	86	9.0	52	0	8	92	100	58
	C	82	8.3	40	45	17	38	55	
	I	78	8.2	40	50	0	50	50	
	II	72	7.7	31	100	0	0	0	
9	0	89	9.2	58	0	0	100	100	35
	C	84	8.4	42	100	0	0	0	
	I	83	8.6	43	93	0	7	7	
	II	74	7.1	30	100	0	0	0	
10	0	86	9.1	58	50	9	41	50	38
	C	80	8.1	50	100	0	0	0	
	I	84	8.5	45	0	9	91	100	
	II	70	8.3	40	100	0	0	0	
平均		(%)		100	44	12	44		

\* 0 は主稈, C はコレオプティルの分けつ, I~III は第1~3号分けつ。

粒のみの穂は35穂中1穂にすぎないことがわかる。

#### 被害率と分けつ順序との関係

第1表によれば, 株別被害率は35%から86%にわたり, 穂別被害率は0%から100%にわたっている。そして被害が大きいのは主稈や第1号分けつで, 第2号分けつはほとんど被害をうけていない。第2号分けつの大部分は稈長75cm, 穂長7~8cm, 一穂粒数30~40で, 主稈や第1号分けつのそれらと比較する

といちじるしい差があるから, おくれ穂であると考えられる。したがって発育が進んでいた穂だけが被害をうけたことになる。

#### 被害穂内における秕粒の大きさ

秕粒は被害粒のうちで出現頻度がいちじるしく高いので, この粒が被害穂内でどのような状態で発育を停止しているかを調査した。秕粒のみの被害穂6本についての調査結果が第2表に示されている。この表によ

れば、穂内の秕粒は、正常穂内における正常粒の發育順序、すなわち穂の中央部の小穂は上部や下部の小穂より、第1小花は第2・3小花より發育が進んでいること、とよく一致した状態で發育を停止している。ただし穂別にみると若干の例外がみられた。たとえばある小穂の第2小花が第1小花より發育の進んだ秕粒となつている場合である。なお第2表の秕粒の大きさは、正常粒の發育経過と比較したところ、開花後2~6日の粒に相当していた。

被害穂内における各種粒の分布

被害穂内において各種粒の分布が偏在しているかどうかを知るために、30穂について小穂別、小花別に各種粒の着生率を調査した。結果は第3、4表に示されている。第3表によれば各種粒は小穂位置に関係なく着生している。しかし第4表によれば第3小花は秕粒が少なく正常粒が多い。しかしながらこれは普通の条件下では稔実しないような第3小花が、他の小花が稔実しなかつたために、補償的に稔実したものと思われる。したがって本質的には正常粒、しわ粒・凹粒とも被害穂内で無規則的に出現しているといえよう。

考 察

実態調査の結果から被害發生の原因を推論する。被害穂内には秕粒がかなり多く、しかもそれらは正常穂における正常粒の發育順序とよく一致した状態で發育を停止していた。そして正常粒、しわ粒・凹粒、例外的に發育の進んだ秕粒が上述の秕粒にまじつて、無規則的に存在していた。以上のことは、ある日突然になんらかの障害をうけ、多くの粒はほとんどそのままの状態に發育を停止し、一部の粒は不明の原因によつて(または偶然的に)被害の程度が軽かつたために、その

後も發育を続け、例外的に發育の進んだ秕粒、あるいはしわ粒・凹粒、時には正常粒になつたことを示していよう。そして上述のある日の障害は稈長や穂長に影響を与えないので、障害日は稈長や穂長が決定された時期(1本の莖を対象とすれば開花をはじめの数日前)より後であると推測できよう。一方、被害をうけた穂は主稈とか第1号分けつのように發育の進んだ穂であり、それらの穂における秕粒の大きさは開花後2~6日のものが多かつたから、少なくともこの時期より以前になんらかの障害をうけたことになる。なぜなら障害によつて粒の發育がそのまま停止せずその後もある程度發育することが考えられるからである。さて被害地のきざと調査によると、調査材料をとつた圃場の麦の出穂期は5月7日頃、開花期は5月14日頃であつた。そこで5月10~20日に異常な低温が来襲しているかどうかを調査してみた。低温に着目したのは出穂期における冷害の研究<sup>1)</sup>の経験によるものである。調査の結果、5月16日のみに異常低温があることがわかつた。被害地から約2kmの地点にある篠之井気象観測所では0°Cであつた。被害地には観測所はないが、その日の低温では桑の霜害はなかつたことが知られている。以上のことから川中島に發生した被害は開花終期(圃場全体としてみると、おくれ穂だけが未開花で、他の發育正常な穂は開花中か開花を終了している時期で、開花をはじめてから数日経過した

第2表 小穂別、小花別の秕粒の大きさ

小穂* 番号	第1小花		第2小花		第3小花	
	長さ (mm)	巾 (mm)	長さ (mm)	巾 (mm)	長さ (mm)	巾 (mm)
10	3.0	1.3	—	—	—	—
9	3.0	1.6	2.5	1.2	—	—
8	4.3	2.0	4.3	1.9	—	—
7	4.8	2.1	4.6	1.9	3.5	1.6
6	5.3	2.4	4.8	2.2	4.5	1.8
5	5.0	2.5	4.6	2.2	4.5	2.1
4	4.7	2.7	4.5	2.4	4.0	2.0
3	4.1	2.6	4.0	2.2	4.0	2.0
2	4.0	2.1	4.0	2.0	2.8	2.0
1	2.2	1.8	2.2	1.6	—	—

\* 穂の下部からの番号

第3表 各種粒の小穂別着生率

小穂番号*	秕粒	しわ粒・凹粒	正常粒
10	62	18	20
9	54	24	22
8	65	20	15
7	67	18	15
6	68	20	12
5	58	28	14
4	57	27	16
3	53	29	18
2	58	20	22
1	56	29	20

註：表中の数字は百分率

\* 穂の下部からの番号

第4表 各種粒の小花別着生率

小花番号	秕粒	しわ粒・凹粒	正常粒
第1小花	61	24	15
第2小花	62	21	17
第3小花	48	26	26

註：表中の数字は百分率

穂が多い)に $0^{\circ}\text{C}$ に近いプラスの低温が来襲し、多くの粒の発育に障害を与えたものと推論できよう。なお調査材料をとった圃場だけがいちじるしい被害をうけたのは、播種期がおそく出穂が約5日おくれたこと、多肥であつたことが大きいと思われる。

つぎに川中島町以外の地帯で発生した被害についてふれる。被害が最もいちじるしかつたのは1960年の軽井沢の被害で被害率は100%に近かつた。被害粒の大部分はしわ粒・凹粒であつた。6月5日の $5.3^{\circ}\text{C}$ の低温(その付近の他の日の最低気温は $6.2^{\circ}\text{C}$ 以上。最寄の気象観測所のデータによる。被害圃場における最低気温は不明である。以下同様)によると考えられ、その時の麦の発育時期は小麦北陸41号で開花始後8~9日であつた。ついで被害が大きかつたのは1962年の軽井沢町の被害で被害率は約30%であつた。被害粒の種類は大部分が開花時または開花直後の秕粒であつた。5月30日の $5.6^{\circ}\text{C}$ 、5月31日の $4.6^{\circ}\text{C}$ の低温(その付近の他の日の低温は $7.1^{\circ}\text{C}$ 以上)によると考えられ、その時の麦の発育時期は小麦北陸41号で開花始であつた。つぎに1964年に戸穠村に生じた農林69号の被害は被害率約20%であつた。この品種の開花盛期にあたる5月27日に $1.6^{\circ}\text{C}$ の低温(その付近の他の日の低温は $10^{\circ}\text{C}$ 以上)をうけており、被害粒の種類は秕粒、しわ粒・凹粒であつた。つぎに1966年に川中島町に生じたミクニコムギの被害は、開花期にあたる5月18日に $0^{\circ}\text{C}$ 付近の低温(その付近の他の日は $10^{\circ}\text{C}$ 以上)をうけたと考えられ、約20%の被害率であつた。被害粒の種類は大部分が開花後数日の秕粒であつた。以上のことからわかるように、年次と場所によつて来襲した低温は $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ (被害圃場での温度は不明であるが)、被害率は20~100%である。しかしこれらの被害は被害植物の外観、被害粒の種類において1964年の川中島町の被害と同様であり、ただ被害粒の種類別頻度にちがいがあつただけであるから、開花期前後における冷害といえよう。

麦類の開花期の災害については、鳥山<sup>2)</sup>の実態調査報告がある。この報告によると $0^{\circ}\text{C}$ 以下の低温によつて稈長や穂長は正常であるのに、開花前の穎花は不開花を、開花後の穎花は発育を停止して、第3小花の一部分以外は稔実しなかつたという。この例と本報の

諸例との差異点は低温の差、すなわち前者は凍害、後者は冷害であることであろう。

開花期前後における冷害の被害発生限界温度については、被害圃場での温度測定がなく、また植物体の生理的条件や植物体の物理的条件もわかつていないので断定できない。しかし $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ という高温での被害発生には疑問の余地がある。

## 摘 要

1. 長野市川中島町に発生した小麦の稔実異常現象について圃場調査を行ない、つぎのような結果を得た。

1) 被害植物の稈長や穂長は無被害植物のそれらと差異がなかつた。

2) 1株の中ではおくれ穂は被害がなく、発育の進んでいた穂が被害をうけた。

3) 被害粒は秕粒、しわ粒・凹粒に二大別できた。

4) 被害粒の大部分は秕粒であり、その大きさは正常粒における開花後日2~6の大きさに相当するものが多かつた。

5) 被害穂内における秕粒の小穂別、小花別の大きさは正常穂における正常粒の発育順序とよく一致していた。

6) しわ粒・凹粒は出現頻度が低く、穂内で無規則的に散在していた。

2. 現地での最低気温を調査したところ、小麦の開花が終る頃にあたる5月16日に $0^{\circ}\text{C}$ 付近のプラスの低温が来襲していることがわかつた。

3. 上述のことを矛盾なく説明するためには、川中島町の被害は開花終りに低温が来襲したことによつて生じたと考えることが最も適切であろう。

4. 川中島町以外の地帯で生じた被害も開花期前後の冷害であると思われる。

## 引用文献

1. 戸田正行 1962. 小麦の冷害に関する研究. 第1報 低温不稔(第1型冷害)の発生機構についての検討. 日作紀 30: 241—244.
2. 鳥山国土 1955. 小麦及びライ麦の開花期の凍害. 農業技術 10: 88—90.

## Studies on the Chilling Injury in Wheat Plants

### IX. Field investigations on injury caused by low temperature before and after the flowering stage

Masayuki TODA

(*Nagano Agricultural Experiment Station, Nagano*)

#### *Summary*

1. Field investigations were carried out on the abnormal ripening of wheat occurred in Kawanakazima-machi. The results of investigations were as follows.

1) There was no difference in culm- and ear-length between the injured plants and the normal ones. 2) Earlier developed ears in an individual were severely injured, but later developed ears were not injured. 3) The injured grains were able to classify into two kinds, sterile or immature grains and shrivelled or concaved grains. 4) Most of the injured grains were the immature grains which mostly showed the interruption of development at 2-6 days after the flowering. 5) Size of the immature grain at each floret-position of an injured ear paralleled generally with the developmental order of the normal grains in a normal ear. 6) The shrivelled or concaved grains occurred with low frequency, and were scattered at random in an ear.

2. According to the investigation on the air temperature in Kawanakazima-machi, the low temperature, near to 0°C, attacked on the 16th of May corresponding to end of the flowering stage.

3. In order to explain the results of investigations mentioned above without discrepancy, it may be reasonable to propose an idea that the injury resulted from the attack of the low temperature at the flowering stage. The injuries occurred in some other regions than the region were also presumed to be the injury caused by a low temperature before and after the flowering stage.