雹害に依る小麦の減収機構と収量推定尺度について

志 茂 山 貞 二

(岡山大学農学部)

Analysis of the Reduction of Yield and the Presumption of Yield of
Wheat Affected by Severe Hail-fall.

T. SHIMOYAMA

(Faculty of Agriculture, Okayama University)

1. 降雹当時の一般気象概況とその被害

降雹当時の気象状態は岡山測候所の記録によれば5月22日オーック海にあつた高気圧は次第に南下して翌23日には北海道の東方海上にまで進出し、その中心示度は1028mb、その一部は西日本にまで張出していた。これに対し、22日北朝鮮にあつた低気圧は23日になつて次第に弱まり乍ら、寒冷前線を伴つて日本海東部に進出し、この前線の西側には比較の冷たい1016mbの高気圧が出て来た。この前線の接近するに従つて、北陸から山陰地方一帯は23日午前3時頃から雷雨が発生する様になつたが、北海道東方の高気圧が強勢で動かないため、その前面に進行して来た寒冷前線の速度が非常に遅くなり、この前線は23日は1日中北陸から中国地方にまたがつて停帯し、この状態は25日まで続いた。この前線は日中の強い日射を受け、更に一層日本海に張り出して来た冷たい高気圧のために非常に活発化し、この地域全般特に岡山県、京都府、及び福井県に夥しい雷雨を伴つた降雹をもたらした。

域)現われ、この時県下最大の被害を与えた。これらの降雹によつて生じた農作物の被害は岡山県の調査によれば麦類7,034町(62,617石減)、を始めとし、煙草659町、蔬菜512町、藺草495町、果樹413町、馬鈴薯229町、なたね122町、その他桑、茶、苗代も含めて9,681町歩に及び、その損害は70,896万円で、昭和6年5月28日の雹害(9700町)に匹敵する24年振りの被害と推算された。この内23日の降雹はその規模が大きく、而も地域の広がつたため、その被害は県下最大のものであつた。この降雹は第1図に示す様に15.00時頃県北部に発生してから高梁川水系に沿つて東南に進み、16.30時頃県南部の都窪郡附近に達して一時停帯し、その後児島半島を経て内海に去つたが、この地域一帯は本県としては最も重要な農業地帯で、作物の種類も多く、従つてこれに伴う被害も莫大なものになつたと思う。

2. 降雹による小麦の被害

降雹による被害の最も大きかつたのは、麦類で降雹が

当時既に大
麦、裸麦は
収穫を終り
主として被
害対象とな
つた小麦は
成熟直前の
もので、降
雹による直
接被害とし
ては脱粒と
脱穂で、稈
の挫折、切

Fig. 1 Map of hail-fall distribution
(Okayama Prefecture)

庄村地区調査地点
第1図 降雹地域と調査地点

この内、岡山県下の降雹は最も激甚でその進行状況は第1図に示した如く、23日早朝県北部に始まつてI→I'に進み、更に同日午後には、II→II'地域に現われ、更に夕刻には県北部から南部に抜ける第三の降雹が(III→III'地

損による倒伏、累積のため粒の肥大、成熟を阻害した。

同時に降雹の落下速度は、Hann⁽³⁾(1909)の公式によれば

$$v = 1246 \sqrt{\frac{760}{b} r} \text{ m/sec}$$

で示され、雹の半径 r の平方根に比例し、その時の気圧

1957年4月5日昭和32年度大会において発表

Fig. 2 Grade of head of grain escaped.
第2図 脱粒階層

びに関係するから、当時の電径1~2cm に対しては14~20 m/secであつたと思われ、その降雹速度は、苗代等の降雹痕跡で観測したところによれば、かなり大きかつたものと見られ、H地点では(第1図参照)稈の挫折は全く見られないにも拘らず、殆んど全穂脱粒していて恰も櫛けずられたかの如く穂軸のみ残するという現象は雹径は小さかつたが、その降雹密度の大きかつた事を示している。

3. 実験材料及び調査の方法

調査地点 上記降雹被害地域の内、被害の最大であつた県南部都窪郡庄村地区を選び、降雹進路の中心を挟んで両側7ヶ所に A, B, C, D, E, F, G の測点を設けた。(第1図参照)この測点の選定基準として藎草の被害度を参考としたが、これは藎草の倒伏損失の程度が略々降雹の強度と比例すると思われたからで、降雹中心線から略々500mの間隔で測点を選定した後、その近接地内の小麦の同一品種(小麦農林52号)で且つ生育の均等なものを選んだ。

調査方法 調査材料は降雹翌日(24日)予備調査の後、成熟を待つて刈刈をなし、これを一穂毎に脱粒程度を0%(無被害)のものから0~25%, 25~50%, 50~75%, 及び75~100%(殆んど全部脱粒)のものまでの5階層に分類し、更に一穂残らず脱粒したもの(100%), 及び脱穂してしまったもの(100%)も含めて階級とした。その後これを脱粒部位によつてF(脱粒なし), T(先端脱粒), M(中央脱粒), B(基部脱粒), W(全部脱粒), の5つに区分し、それぞれ総茎数に対する茎数歩合を求めた。

又稈の挫折部位を各茎別に地上部節間についてI~IV(最上節間以下第4節間まで)に分け、各々その茎数歩合を求めた。又挫折抵抗指数として各区Randomに選んだ20茎について各節間の長さ及びその重量を測定し、その平均値を求めた。尚これら被害地の資料とは別に、岡山大学附属農場で栽培していたこれと同一品種について各小穂別に索引重量法によつて脱粒抵抗力を測定し、粒着位置別変異を求めた。

4. 結果及び考察

1) 降雹に伴う脱粒現象

降雹被害がその進路の中心に近い所ほど大であつたことは第1表の稈の挫折歩合によつて明らかであるが、そ

Tab. 1. Percentage of broken stem caused by hail-fall.

第1表 降雹に伴う稈の挫折歩合

Plot	A	B	C	D	E	F	G	m
Percent	78.8	99.3	99.0	100.0	99.6	100.0	86.2	94.8

Tab. 2 Percentage of stem with reference to the grade of grain escaped from head caused by hail-fall.

第2表 脱粒階層別の穂数歩合

Plot 區別	Grade of grain escaped						Head falled %	
	0 %	0~25%	25~50%	50~75%	75~100%	100%		
Total stem	A	51.6	19.4	8.9	7.9	5.9	1.9	4.5
	B	22.4	10.0	9.3	6.0	7.3	11.9	32.8
	C	18.7	10.0	11.4	19.1	12.3	4.3	24.3
	D	16.3	9.7	3.2	5.4	0.7	9.0	55.7
	E	17.9	13.6	6.4	9.8	6.5	3.8	41.8
	F	11.4	5.2	4.7	7.1	3.5	2.1	66.0
	G	50.0	11.2	9.2	6.3	3.7	3.3	16.2
Broken stem	A	58.9	17.6	8.7	5.5	2.9	0.7	5.7
	B	22.5	10.1	9.4	6.0	7.2	11.3	33.4
	C	18.8	10.1	11.1	19.0	12.0	4.4	24.6
	D	16.3	9.7	3.2	5.4	7.0	9.0	49.5
	E	18.0	13.7	6.4	9.9	6.2	3.9	42.0
	F	11.4	10.4	10.2	4.6	3.3	3.3	18.8
	G	49.3	5.2	4.7	7.4	3.5	2.1	66.0
Non-broken m	37.5	17.8	7.3	17.0	14.0	6.4	0.0	

の脱粒歩合別穂数歩合と脱穂茎歩合は第2表の如くである。それによると A, G 以外の地点でも若干の差が見られるが、脱粒階層には A, G の他は一定の傾向がない。これは脱穂歩合も同様で、おそらく降雹の激しかったところでは漸次脱粒が増して行く様な経過を辿らず、一挙に損壊が起り、階層別分布が不明瞭になったものと思われる。更にこの内容を知るために脱粒部位別の穂数歩合を求めて見ると第3表で、これにも地点間の一定の傾向が見られず、脱粒の増加に伴って特に穂上の或る部分から脱粒して行くということでないようである。結局これは雹がどういう様に穂に衝突するかが問題となる訳で、例えばA地区の0~25%脱粒穂では中位部(M)の脱粒が多く、上位(T)及び下位(B)粒の脱粒が少ないが、更に脱粒歩合の大きな穂になると上位粒の脱落が増し、これ

Tab. 3 Percentage of stem with reference to the grade of grain escaped and to the parts of head.

第3表 脱粒部位別穂数歩合

Percentage of grain escaped 脱粒歩合		0~25%			25~50%			50~75%			75~100%			Total %		
Part of head 脱粒部位		T	M	B	T	M	B	T	M	B	T	M	B	T	M	B
Total stem	A	21.9	55.5	22.6	44.8	14.9	40.3	47.6	17.0	35.6	38.6	54.6	6.3	33.9	39.6	26.6
	B	20.7	22.7	46.7	47.1	10.0	42.9	33.3	22.2	44.4	41.8	12.7	45.5	38.4	16.7	44.9
	C	18.8	43.5	37.6	39.2	29.1	31.7	22.0	49.2	29.2	49.4	30.6	20.0	31.6	39.5	29.0
	D	21.2	34.8	44.1	30.8	28.2	41.0	30.3	33.3	36.4	40.0	34.1	25.9	29.5	33.4	37.0
	E	28.1	25.0	46.9	46.7	22.2	31.1	47.8	17.4	34.8	21.7	10.9	67.4	35.5	19.9	44.5
	F	23.4	30.4	36.2	35.7	26.2	38.1	42.2	25.0	32.8	37.8	27.0	35.1	38.5	24.9	36.5
	G	29.7	29.7	40.5	40.7	25.3	34.1	51.6	14.5	33.9	37.8	27.0	35.1	38.5	24.9	36.5
Broken stem	m	24.6	36.1	39.3	42.6	21.1	36.4	35.5	30.3	34.2	39.2	26.5	34.4	34.2	29.2	36.6
Non-broken	m	27.3	46.8	25.9	18.2	38.2	43.6	50.0	17.6	32.3	38.3	51.0	10.7	35.0	41.6	23.3

Note: T. Upper part, M: Middle part, B: Lower part 註 T: 上位粒, M: 中位粒, B: 下位粒

に次いで中位粒が多く、下位粒は最も少なくなっているが更に脱粒の激しい穂になると中位粒の脱粒率が高くなっている。これは恐らく最初に上位粒(挫折前)又は下位粒(挫折後)が脱落した直後に集中的に始まった中位粒の脱落を示すものである。この下位粒の脱落が挫折茎には著しく多いが、これは降雹の衝撃によつて上位粒から中位に移つていた脱落が稈の挫折後は倒立懸垂したために下位粒の脱落に移行する場合と最初に稈が挫折して下位粒の脱落が始まつて漸次中位粒、上位粒に及ぶ場合とがあらう。この推論に従えば挫折しなかつたものでは当然下位粒の脱落が最少であるべきで、第3表中の25~50%区は例外としてその他のものでは、大体この傾向が見られる。この傾向は脱粒部位別に括めた第4表で一層はつきりする。

Tab. 4 Percentage of the head number with reference to the part of head from where the grains escaped.

第4表 脱粒部位別穂数歩合

Plot	F	Part of head 脱粒部位			W	
		T	M	B		
Total stem	A	54.0%	14.9%	17.4%	11.7%	1.9%
	B	33.5	18.7	8.2	21.9	17.7
	C	24.6	21.9	27.5	20.2	5.7
	D	32.1	14.8	16.8	18.6	17.7
	E	30.8	22.2	12.5	27.9	6.6
	F	33.6	20.5	18.6	21.2	6.1
	G	59.7	14.0	9.1	13.3	3.9
m	41.1	17.4	15.3	18.0	8.2	
Broken stem	A	62.5	13.8	13.8	11.0	0.7
	B	33.8	18.7	8.3	22.2	17.4
	C	25.0	22.0	27.1	20.1	5.8
	D	32.1	14.8	16.8	18.6	17.7
	E	31.0	22.4	12.3	27.7	6.6
	F	33.6	20.5	18.6	21.1	6.2
	G	60.7	12.8	9.2	13.2	4.1
m	18.9	23.7	20.4	25.3	11.6	

註 F: 完全穂 W: 全粒脱落

Note F: Head in full grain, W: Head with no grain.

そこで穂上位によつて生理的に脱粒抵抗力に差があるかどうかを知る必要がある。小麦の開花、成熟の順位に関しては穂の中央 1/3 位の所から始まり、先端及び基部のものに及んで行くと言われているから脱粒抵抗も略々この順序で弱まつて行くものと考えてよい。しかし本学附属農場に栽培していた成熟直前の小麦について測定したところによれば第 5 表の如く上位粒が最も落ち易く、

Tab. 5 Resistance to the separation of grain tied up with glume from rachis.

第 5 表 穂上粒着部位別 脱粒抵抗力

粒 位 Grain Order	Max. Wt. for separation		
	M	±	M. E.
T {	19~20	134.00	± 2.52
	17~18	150.00	± 2.65
	15~16	162.84	± 2.75
M {	13~14	152.81	± 3.95
	10~12	167.78	± 3.26
	8~9	168.14	± 2.93
B {	6~7	176.23	± 3.36
	4~5	170.30	± 3.40
	2~3	187.61	± 3.18

中位粒がこれに次ぎ、下位粒が最も落ち難いこととなり開花、成熟の順序とは一致せず、又現地の雹害を蒙つた小麦の脱粒部位も必ずしも下位粒の残存が多いとも言えないことから見て、降雹の衝撃は穂上着生部位による粒の脱離抵抗力の多少の差に比べて遙かに大きなものであつたか、或いはこの時期は既に脱粒抵抗力には差がない時期と考えた方がよいかも知れない。

2) 降雹に伴う稈の挫折並びに破損

第 6 表に掲げた如く、降雹による稈の挫折が被害の少なかつた A, G 地区を除けば殆んど 100% に近いことは挫折は雹害の第一徴状と見られるが、それがどの部分に起り易いかを知るために地上部節間順位別にその長さと 10 cm 当りの節間重について調査した。第 6 表によれば節間の長さは上位のものほど長く、而も 10cm 当りの長さも軽いことは最上節間 (I) が最も細く長いことを示

Tab. 6 Length and weight of internode.

第 6 表 節間長及び節間重

Plot 区別	Length of Internode					Weight of Internode per 10cm				
	I	II	III	IV	Total	I	II	III	IV	m
	cm	cm	cm	cm	cm	gr	gr	gr	gr	gr
A	37.5	27.7	22.7	14.3	102.2	0.67	1.11	1.15	1.25	0.98
B	32.2	26.8	16.9	13.1	89.0	0.63	1.28	1.34	1.08	1.08
C	39.0	28.3	16.3	13.4	97.0	0.79	1.62	1.78	1.68	1.28
D	34.7	27.0	17.5	14.6	93.8	0.58	1.04	1.00	1.37	0.87
E	27.0	20.3	14.6	—	61.9	0.45	0.84	0.99	—	0.66
F	31.6	26.1	18.5	14.5	90.7	0.69	1.02	1.07	1.27	0.92
G	36.4	26.7	13.4	13.8	90.3	0.58	1.31	1.42	1.69	1.00

Note, I-IV: Upper to lower internode

註: I-IV 第 1 節間~第 4 節間を示す

Tab. 7 Percentage of stem with reference to breaking part on stem.

第 7 表 挫折部位別茎数歩合

Plot	I	II	III	IV
A	59.0 %	28.4 %	10.4 %	2.2 %
B	33.8	37.0	21.8	7.4
C	50.0	34.0	14.4	1.6
D	42.3	33.9	17.6	6.2
E	27.7	39.4	28.6	4.5
F	45.8	34.0	16.7	3.5
G	49.4	28.0	18.2	4.4
m	44.0	34.3	18.2	4.2

し、最も折れ易いことは当然であるが調査の結果 (第 7 表) もこれが最も多く (44.0%) 第 2, 第 3, 第 4 節間 (II, III, IV) の順に少なくなつて居る。この内 E, F 両地区では第 2 節間の挫折が最大であるが、これは第 2 節間が幾重にも折れたことを示して被害も最大であつたことと一致して居る。そこでこの挫折部位と脱粒歩合、及び脱粒部位との関係を調査したのが第 8 表である。

Tab. 8 Relation between the breaking part of stem. part of head and percentage of grain escaped.

第 8 表 挫折部位別 脱粒部位と脱粒歩合との関係

Breaking part		0	I	II	III	IV
		3.3%	41.8%	33.2%	17.1%	4.6%
Part of stem of grain escaped	F	2.9	5.0	7.9	8.5	7.6
	T	30.3	29.9	29.2	28.1	24.2
	M	36.0	28.5	27.8	27.1	33.4
	B	20.2	31.5	28.7	29.0	24.5
	W	10.7	5.1	6.3	7.4	10.2
Percentage of grain escaped	0 %	2.9	5.0	7.9	8.5	7.6
	0-25%	14.0	22.9	22.6	24.2	33.4
	25-50%	15.2	24.3	20.6	19.7	19.4
	50-75%	29.6	21.6	22.5	17.6	13.5
	75-100%	27.7	21.2	20.0	22.7	15.9
Total		10.7	5.1	6.3	7.4	10.2
Total		1,715	2,169	1,726	887	238

Note, 0: no breaking 無挫折茎

これによれば脱粒の最も多いのは無挫折のもので、挫折部位が下のものほど脱粒は順次少なくなつて居る。又脱粒の位置は無挫折稈と第 4 節間に於いて挫折したものでは、中位粒 (M) が最大で、上位粒、及び下位粒がこれに次ぎ、第 1, 第 2, 第 3 節間で挫折したものでは脱落粒位の上の関係は全く見られなかつた。この理由については、挫折しないで最後まで直立していた穂は長時間降雹に曝らされていたために当然脱粒が多い筈であり、早くから下位節間で折れて地上に横臥したものも互いに被覆され合つて被害が少ないが第 1 乃至第 3 節間で折れたものは降雹曝露時間が長かつたから種々の程度に而も粒位の関係なく脱粒が最大となつたものと思われる。

3) 電害に依る収量の低下

調査の対象となつた小麦農林52号の平年に於ける成熟期は6月10日であるが、同年はこれより2〜3日早く、従つて降雪時は成熟前略々2週間で出穂後なかば経た頃であるから当然未だ肥大、成長をしていた粒の充実に著しい妨げとなつたのであろう事は千粒重の著しい低下が示している。坪刈調査の結果は第9表の通りで被害の比較的少なかつたA、G地区でも坪当たり420〜460gに過ぎず、えれを仮りに昭和28年〜31年の平均1升重で除して容量を求めて見るとA、G地区で1.0石C地区のそれは僅か0.43石で減収の主因は脱粒と充実不良(平年の1000粒重30.44±2.16 gr)に基づくものである。

Tab. 9 Composition of the Yield.

第9表 脱粒歩合別莖数の収量構成

Plot 区別	Grade of grain escaped 脱粒歩合別階層					Total Yield per Tubo 実収量
	0 %	0~25 %	25~50 %	50~75 %	75~100 %	
	gr	gr	gr	gr	gr	
A	204.5	113.5	70.6	28.0	11.0	463.0 (100%)
B	96.5	37.5	23.0	10.0	5.5	172.5 (37.3)
C	70.5	30.5	37.0	33.5	9.0	180.5 (39.0)
D	86.5	51.5	19.1	18.5	19.0	194.5 (42.0)
E	59.5	23.5	15.5	19.0	3.5	121.0 (26.1)
F	19.5	12.0	9.0	6.0	1.5	48.0 (10.3)
G	260.3	89.5	47.0	19.0	5.0	421.0 (90.9)

4) 電害を蒙つた小麦の減収率

従来、収数計算に依つて収量の推定を行わんとする場合には、単位面積当りの穂数と平均一穂粒数を求める必要があつた。しかし電害の場合には前項で述べた様に脱粒階層が場所によつて異り、更に稈の挫折、折損、脱穂も加わるのでこの方法による収量の推定は甚だ困難である。従つて本調査に於いては脱粒階層を5つに分類してそれぞれの範囲に属する穂数(残存穂数)歩合を求め、これに0〜5点の配点を行つてその総和をもつて粒数指

Tab. 10 Yield Index

第10表 収量指数

Plot	Grain number Index (x)	Yeild (z)	Wt. per 1000 grains(y)	Grain weight Index (z')
	粒数指数	実収量	千粒重	粒重指数
	%	kg	%	%
A	384.0(100)	138.9(100)	25.65	984.96(100)
B	199.2(51.9)	51.8(37.3)	19.50	388.44(39.4)
C	218.4(56.9)	54.2(39.0)	19.25	420.42(42.7)
D	234.1(61.0)	58.4(42.0)	19.15	448.30(45.5)
E	189.2(49.3)	36.3(26.1)	17.65	333.94(33.9)
F	109.6(28.5)	14.4(10.3)	16.95	185.77(18.9)
G	338.7(88.2)	126.3(90.9)	27.80	941.59(95.6)

Note, Index(x) = $\sum \left(\frac{\text{Head number \% of each grade of grain escaped}}{(0-100\%)} + \text{Marks} \right)$ (0-5)

Index(z') = Index(x) × Wt. per 1000 grains

数(x)とし、これえ更に千粒重(y)を乗じた値を粒重指数(z')として各区の実収量(z)比率と比較することとした。即ち、第10表中のxは前掲第2表の全莖に対する脱粒階層(0%脱粒なし、0〜25%脱粒、25〜50%、50〜75%、75〜100%、100%脱粒)に属する穂数歩合に、それぞれ5点、4点、3点、2点、1点、及び0点を乗じた総和である。

今、これら相互間の相関係数を求めると

$$r_{zy} = 0.976 \quad r_{zx} = 0.988 \quad r_{xy} = 0.936$$

となり、密接な関係がある。さらにその回帰式を求めて見ると、

$$r_{z \cdot x \cdot y} = 0.997$$

で、これを表示したもの1部が第11表である。第11

Tab. 11 Presumptive yield by yield index

第11表 電害小麦の収量指数

		INDEX (x) 粒数指数								
		100	150	200	250	300	350	400	450	500
Wt. per 1000 grains (y) 千粒重	15gr	—	14	30	45	60	74	89	104	119
	20	24	38	53	68	83	98	112	127	142
	25	47	62	76	91	106	121	135	150	165
	30	70	85	100	114	129	144	159	174	188
	35	93	108	123	138	152	167	182	197	212
	40	116	131	146	161	176	190	205	220	235

Tab. 12 Yield ratio of wheat affected by hail-fall to non-affected.

第12表 電害小麦の収量算定尺度

		INDEX (x) 粒数指数									
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	
千 粒 重	gr	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
	15	—	12	25	38	50	62	75	87	100	
	16	4	16	28	40	52	64	76	88	100	
	17	8	19	30	42	54	66	77	89	100	
	18	11	22	33	44	56	66	78	89	100	
	19	14	25	36	46	57	68	79	90	100	
	20	17	27	37	48	59	69	79	90	100	
	21	19	29	40	50	59	69	80	90	100	
	22	22	32	41	51	61	71	81	90	100	
	23	24	33	43	53	62	72	81	90	100	
	24	26	35	45	54	63	72	81	91	100	
	25	28	38	46	55	64	73	82	91	100	
	26	30	39	48	56	65	74	82	91	100	
	27	32	41	49	58	66	74	83	91	100	
	28	34	42	50	59	67	75	84	92	100	
	29	35	44	52	60	68	76	84	92	100	
	30	37	45	53	61	69	77	85	92	100	
	31	39	46	54	62	69	77	85	92	100	
	32	39	48	55	63	70	77	85	93	100	
	33	42	49	56	63	71	78	86	93	100	
34	43	50	57	64	72	79	86	93	100		
35	44	51	58	65	72	79	86	93	100		
36	45	52	59	66	73	80	86	93	100		
37	46	53	60	67	73	80	87	93	100		
38	47	54	61	67	74	80	87	93	100		
39	48	55	61	68	74	81	87	94	100		
40	49	56	62	69	75	81	87	94	100		

表は粒数指数，千粒重に対応する推定実収量 (kg) を示すものであるが，これには穂数が考慮されていないから，このままでは各地区間の収量を比較することは妥当でない。そこで被害がなかった場合の基準収量（本表の粒数指数 500 のもの）に対する収量比を求めたものが第12表で，これによつておよその減収率が推定できるものと思われる。

参 考 文 献

1. 荒井隆夫：産気調報 14, 3, 1 (1950)
2. 大後美保：農及園 17, 787 (1942)
3. J. von Hann : Lehrbuch der Meteorologie 323, 524 (1926)

4. W.Köppen : Annd. Hydr. 308 (1896)
5. L.Meyer : Met. Zeit. 234 (1900)
6. 中村誠助：農及園 14, 1479, (1939)
7. 農林省中国四国統計指導官室：昭和30年産麦類被害現地調査成績 30, (1955)
8. 岡山県：降雹被害調査書 (1955)
9. 岡山測候所：雹と雷雨 昭和30年異常気象報告 1 (1955)
10. 岡田武松：雨 180, (1951)
11. 萩原晰二：農及園 17, 6, 785 (1942)
12. 田村 猛：農村 26, 8 (1948)
13. 坂上辰夫：産気調報 8, 1, 13 (1940)
14. 安井定一：産気調報 14, 3, 4, (1950)

Résumé

During May 23 to 25, 1955, there was a hailstorm (diameter of hailstone was 1-2cm.) through-out Okayama Prefecture. It lasted for about 10 to 20 minutes and gave tremendous damage to field crops everywhere; above all, great damage had been caused to the wheat crops in southern district.

As the wheat was in maturity stage, this damage was not only accelerated by the physical injury (e.g. stem snapping, head cutting, grain dropping, etc.) but also caused by the physiological injury, the retardation of normal maturity of seeds since then.

This investigation having been made at Sho-Son, Tsukubo-Gun, the center of hailstorm, in which seven plots (A-G) —having intervals of 500 meters along the both sides of center line of hailstorm course— were selected to probe the actual damage caused by hailstorm. Samples were taken from the same variety (local variety "Norin No. 52") in same growth stage. The degree of breakdown of stem and head, ratio of the sum of dropped grains to total on head and the positions from where the grains were taken off were classified in stratiform in order to get the estimate yardstick of yield reduction derived from correlation between those injury and wheat yields.

The following conclusions are summarized from this study :

1) Hail injury was rapidly decreased, being proportional to the distance from the center line of hailstorm course. The real damage was hardly recognized at the plots A and G —both were apart from the center line by 1 kilometer. It is therefore concluded that the hailstorm damage is one of damage which has higher locality.

2) The process of injury is as follows: First the grain drops, then the stem breaks or is cut, and head drops down finally all plants turn to fall down. When hailstorm is severe, the above processes take place simultaneously. It is, however, uncertain that how this developmental process of injury goes along. But, in the case of light damage, the sequence of injury goes as stated above, and the grain drop rate rather tends to be high. The position of grain drop has a constant tendency, viz. stems snapped at the upper internode have more grain drop at the lower parts of heads, and on the contrary, stems which do not break down or snap at the lower internode have more grain drop at the upper parts of heads.

3) It was observed that the frequency of stem break was highest at the first internode of the upper parts of stems and was sufficiently low at the third to fourth internode of the lower parts of stems. This is because the shock of hailstorm was not only stronger at the upper parts than lower parts, but also snapping resistance was smaller at the upper internode.

4) The position of grain drop caused by hailstorm on head did not accord with the sequence of flowering and ripening on the head, but it related to the grain grown on heads having the angle really to exposed to hailstorm or existed thereon. Heads snapped at the upper internode and suspended in the air tended to show more grain drop at the lower halves of heads. Both heads that were upright and stems at lower internode that broke later on tended to have more grain drop at the upper halves of heads.

5) It was clear that wheat yields reduced by hailstorm injury did depend largely upon the dropping off of heads and grains. Moreover, it was likely that the injury of both stem and leaf caused by hail hindered subsequent full maturity of kernel.

6) We can estimate the yield(z) of damaged wheat with grain number index(X) and weight per 1000 grains(Y). We define the grain number index as equal to $x = \sum \{(\text{percentage of total stems in each grade of grain escaped}) \times (\text{weight for the grade})\}$.

Multiple linear correlation analysis gave the following equation :

$$r_{zy} = 0.976 \quad r_{zx} = 0.988 \quad r_{xy} = 0.936 \quad r_{zxy} = 0.997 \quad Z = 0.296x + 4.643y - 98.946$$