

農作物のひょう害の形態と回復過程*

—昭和52年7月7日の降ひょう—

清野 裕**・小元敬男***

Hail Damage and Recovery in Crops

—Hailfall on 7 July 1977—

By

Hiroshi Seino and Yukio Omoto

National Research Center for Disaster Prevention, Japan

Abstract

Hailfall on 7 July 1977 caused unusually severe crop damage in and around the Matsuida town, Gunma prefecture. We made several visits to the damaged fields in order to study on forms of recovery of injured crops during the period of about two months. Difference in degrees of injuries as well as the speeds of recovery were observed among various crops. Konjak and cucumber plants in the most severely damaged area did not recover at all; however, such other crops as rice plant, taro, eggplant and tomato plant showed significant recovery in the same area. It is also noted that two konjak fields situated only about 500m apart showed significant difference in the degrees of damage (photos 1 and 7), revealing large variability of hail intensity within a short distance.

1. ま え が き

北関東地方では毎年どこかで降ひょうが発生し、被害がでる。ひょう害の主体は農作物である。窓ガラスの破損、ガラスハウスやビニールハウスなどの農業施設の破損といった被害もあるが、作物の被害に比べると小さい。われわれは過去いくつかのひょう害について現地調査を行なってきた（小元・八木・清野，1976；小元・清野，1976；小元・清野，

* この研究は特別研究「積雲対流がもたらす災害の発生機構に関する研究」の一環として行われたものである。 ** 第1研究部異常気候 防災研究室 *** 第1研究部（現大阪府立大学）

1977など)。これらの調査の結果、作物のひょう害は、作物の種類・成育時期によって異なること、また被災後の作物の立ち直りも作物の種類・成育時期によって、さらに被災後の天候状態、事後処理によって異なることが認められた。ここでは農作物のひょう害の形態がどのようなものであるか、また被災した作物のその後の回復状況について、昭和52年7月7日のひょう害事例を報告する。

昭和52年7月7日群馬県松井田町を中心に発生したひょう害は、被害地域は狭いながら被害としてはまれにみる激しいものであった。降ひょう域は群馬県群馬郡倉淵村、碓氷郡松井田町、甘楽郡妙義町および富岡市に分布している。被災作物は水稻、ナス、ピーマン、ネギ、サトイモ、コンニャク、トウモロコシ、ウメ、プラムなどである。群馬県農政部発表の被害総額は906,340,000円(確定報告)に達した。現地の報告によると、ひょうは14:30~15:30頃にかけて10ないし20分間降り、大きさは最大で直径4cmくらい、形は不規則であった。また風雨ともに強かった。われわれは被災後3日目の7月10日に第一回目の現地調査を行い、農作物のひょう害の実態を把握した。これから問題とする調査地点と激甚降ひょう域を図1に示した。その後9月7日までの二ヶ月間にわたって、ほぼ10日毎に現地調査を行い、被災後の農作物の回復状況を調査した。群馬県にはわれわれの降ひょう観測網が展開されている(小元・八木・清野・米谷, 1978)が、今回の降ひょう域はこの観測網の外にあり、降ひょう分布に関する詳細な資料を得ることはできなかった。ここでは、降ひょうから二ヶ月間にわたって実施した現地調査をもとに、降ひょう当口の気象状態、農作物のひょう害の形態、被災後の農作物の回復状況について述べる。また参考のために、群馬県農政部と高崎農業改良普及所が被災地の農家に対して実施した事後対策指導を示す。

2. 気象状況

図2と図3は当日21hの地上と500mbの天気図である。500mbの気圧の谷は日本の東海上にある。午前9hの500mbの気温は館野で -11°C 、Schowalter 指数は 0°C であった。小元・米谷(1976)の雷雨降ひょう予報ノモグラムに上記のデータを記入してみると、群馬県で記録的な広域降ひょうの発生した昭和50年6月9日の朝の状況(小元・八木・清野, 1976)と類似している。そして昭和52年7月7日は群馬県のみならず関東地方の広い範囲に降ひょうを伴った雷雨が発生した。

図4は当日15hの本州中部の局地天気図である。中部地方の内陸に顕著な地形性熱的低気圧がみられるが、これは降ひょう日特有の現象である(たとえば小元・八木・清野, 1976; 清野・小元・八木・米谷, 1978など)。雨量データを基に解析した群馬県西部の13hから17hまでの一時間毎の雨量分布(図5)は、強い対流性の降雨域がほぼ北北西

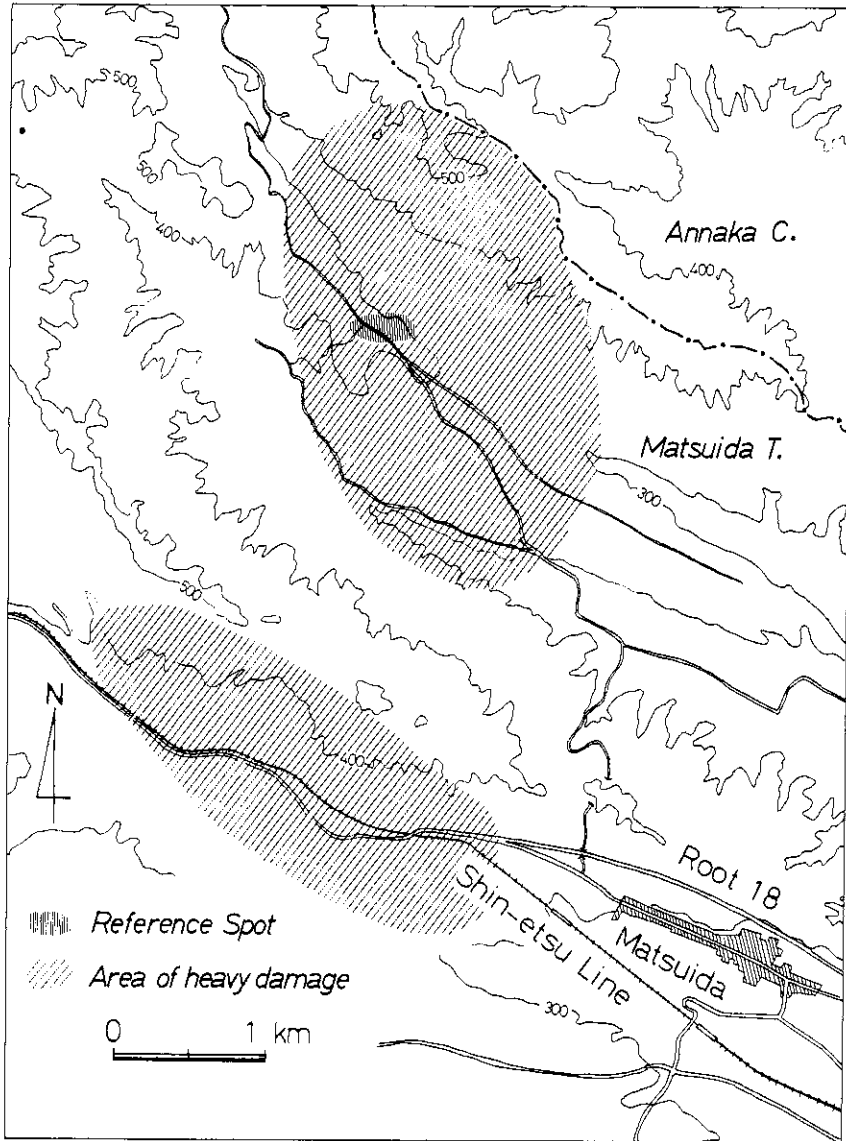


図 1 激甚降ひょう域と調査地点

Fig. 1 Areas of heavy damage and reference spot

から南南東に移動したことを示している。このことは次に述べるレーダー資料の解析結果とよく合致している。降雨域の移動経路に沿った本宿、三ノ倉、松井田、下仁田の各観測点（建設省）における5分間雨量強度（1時間雨量に換算して示した）をみると（図6）、松井田では12hから18hまでの6時間雨量は40mmであるが、この雨は14:35~15:35の1時間に集中していた。つまり、この降ひょう系が強い雨ももたらしたことが明ら

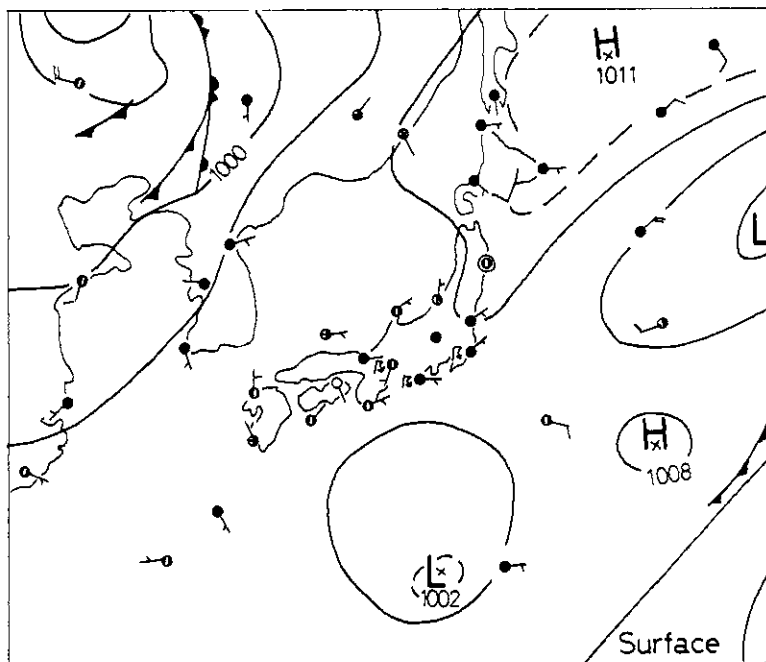


図 2 昭和52年7月7日21 の地上天気図
Fig. 2 Surface map at 21h July 7, 1977

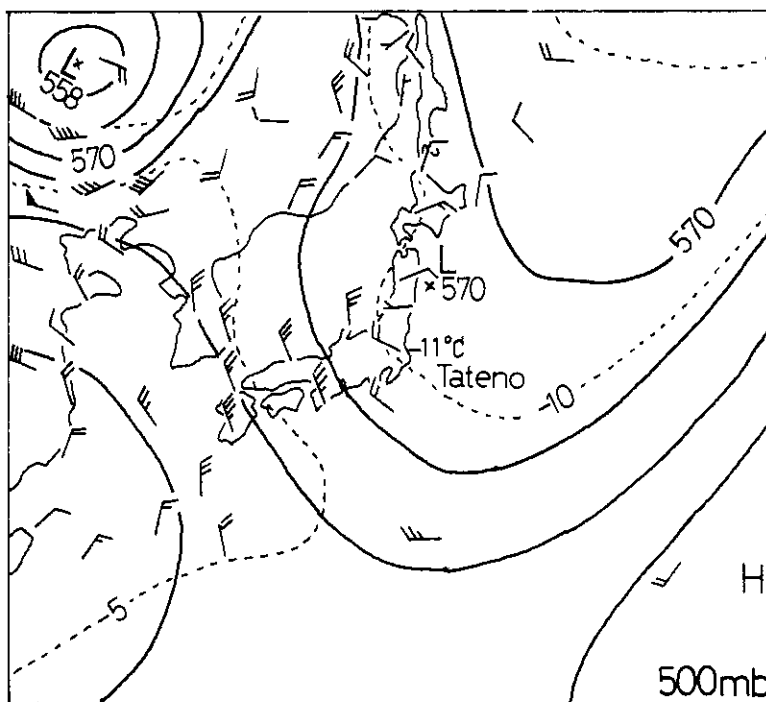


図 3 昭和52年7月7日21h の500 mb 天気図
Fig. 3 500-mb map at 21h July 7, 1977

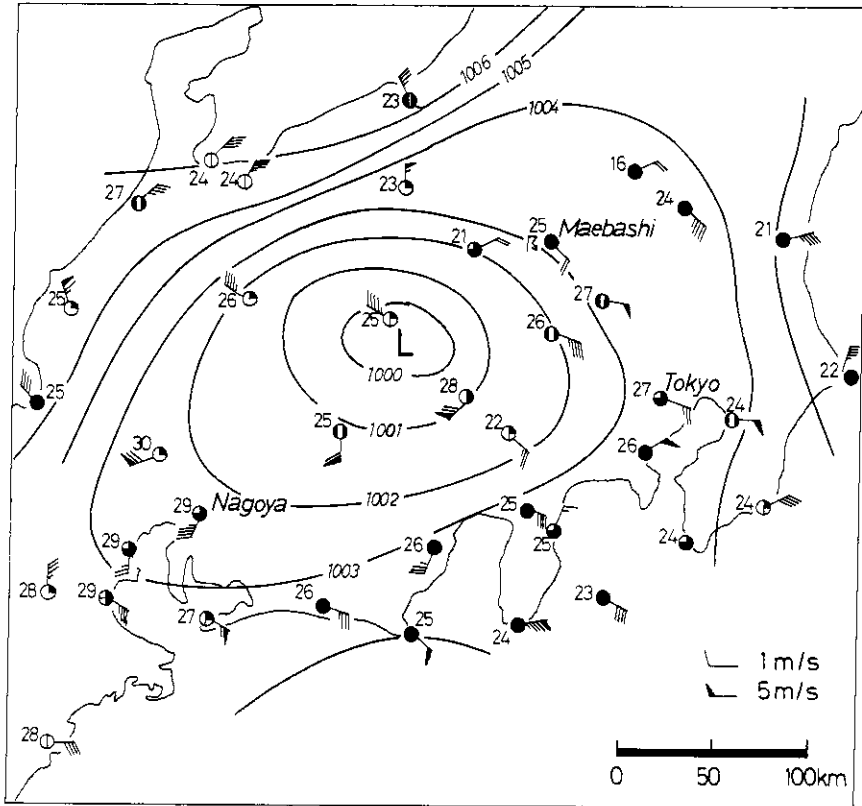


図 4 昭和52年7月7日15hの局地天気図
Fig. 4 Local weather map at 15h July 7, 1977

かである。このような強雨は昭和50年6月9日群馬県新田町付近の降ひょうの際にも観測されている（小元・八木・清野，1976）。とくに時間雨量に換算して $100 \text{ mm} \cdot \text{hr}^{-1}$ 以上の降雨強度が15h頃にみられる。降ひょうが強雨に伴ったという現地の報告があるので、松井田における降ひょう時刻は15h前後と推測される。

この日の北関東における雷雲の行動について赤城山レーダー（建設省）が良い記録を得ているので、次にその資料の解析結果を述べる。図7は赤城山レーダーで観測された、この降ひょうと関係するレーダーエコーパターンの時間変化である。オリジナルデータは14段階のデジタル表示を用いているが、ここでは 34 dBZ^* 以上の強度を有する領域のみを示した。群馬県北西部、長野県との県境付近から移動してきたエコーⅠ_aは、南東進して14:30頃には榛名山西麓の本宿付近に達した。一方、13:30頃本宿付近に発生したエコーⅡ_aは発達しながら14:30頃まで停滞していた。移動してきたⅠ_aと停滞していたⅡ_aは14:30頃合体し、南南東へ移動し始めた。図には示していないが、Ⅰ_a+Ⅱ_aのエコー強

* $\text{dBZ} = 10 \text{Log} Z$, $Z : \text{mm}^6 \text{m}^{-3}$

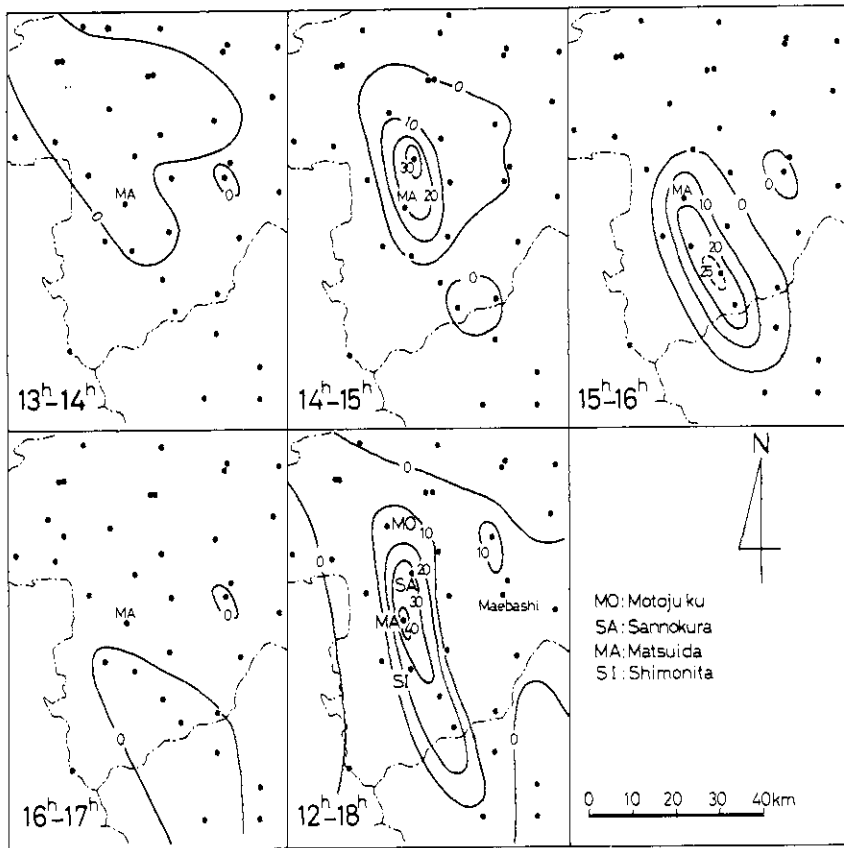


図 5 雨量分布図
 Fig. 5 Distributions of precipitation amounts (mm)

度は合体した頃から強くなり、松井田付近を通過する前後1時間(14:35~15:40)には5.4dBZ以上の強い反射強度が観測された。降ひょう系はこの後弱まりながら秩父方向へ移動した。同日18:30頃、秩父付近にも降ひょうがあったが、これは上記の降ひょうをもたらしたのものとは別のものである。

3. 農作物の被害形態

農作物のひょう害としてはまれにみる激しい被害を受けた畑の被害状況を、いくつかの作物について写真1~7に示した(写真は巻末に一括掲載した)。以下に示す写真はすべて、松井田町細野地区(図1の調査地点)で撮影されたものである。写真1はコンニャクの被害である。被災前まで30~40cmに成長していたコンニャクは写真に示すように、一見何も栽培されていない畑であるかのように見える程に破壊されていた。打ちくだかれ、雨に流

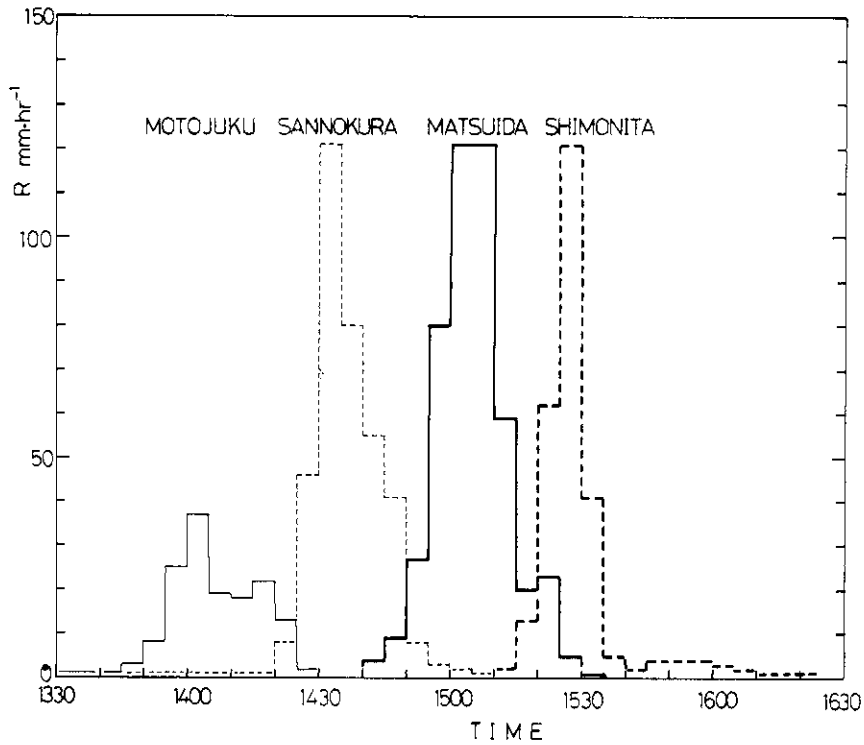


図 6 5 分間雨量強度の時間変化
 Fig. 6 Time changes of 5 min precipitation intensity
 (shown as 1 hour precipitation intensity)

された様子が明らかに見られる。写真2に示すトマトの場合は、つるは棚からたたき落され、実にはひょうに打たれた傷が無惨に残されている。キュウリの場合もほぼ同様の形態であった。ナスとサトイモの被害状況を写真3に示した。ナスの葉はすべてそぎ落され、枝も表皮がはがされる程の傷を受けている。サトイモは茎の地表に近い部分だけが残っているだけで、葉は一枚も残っていない。写真4は葉がすべて落され丸坊主になったキリである。ちょうど冬季のキリ林が7月に出現したという状況である。写真5はクワである。葉はもちろんすべて落されているが、枝も先端から中途くらいまでちぎりとばされている。このクワ畑の植生は粗い方であるが、これより密なクワ畑では先端だけが葉が落ち、下の方は被害を受けていないところもあった。写真6は水稻である。被災前には30cm程の高さまで成長していたイネも途中から折れて、先端は水中に没している。以上は最も被害の大きかった地点の被害状況である。降ひょうは局地的変化の著しい現象であることはよく知られている。このことをよく表わした例として写真7を示した。これは写真1のコンニャク畑から約500m程離れた場所にあるコンニャク畑の同じ日の状況である。写真7のコンニャクにもひょうによる傷があるが、それほど大きな被害ではない。写真1のコンニャクも被災前には写真7と同程度まで成育していたが、わずか500m程の距離の差が、これら2枚の写真に示すような被害

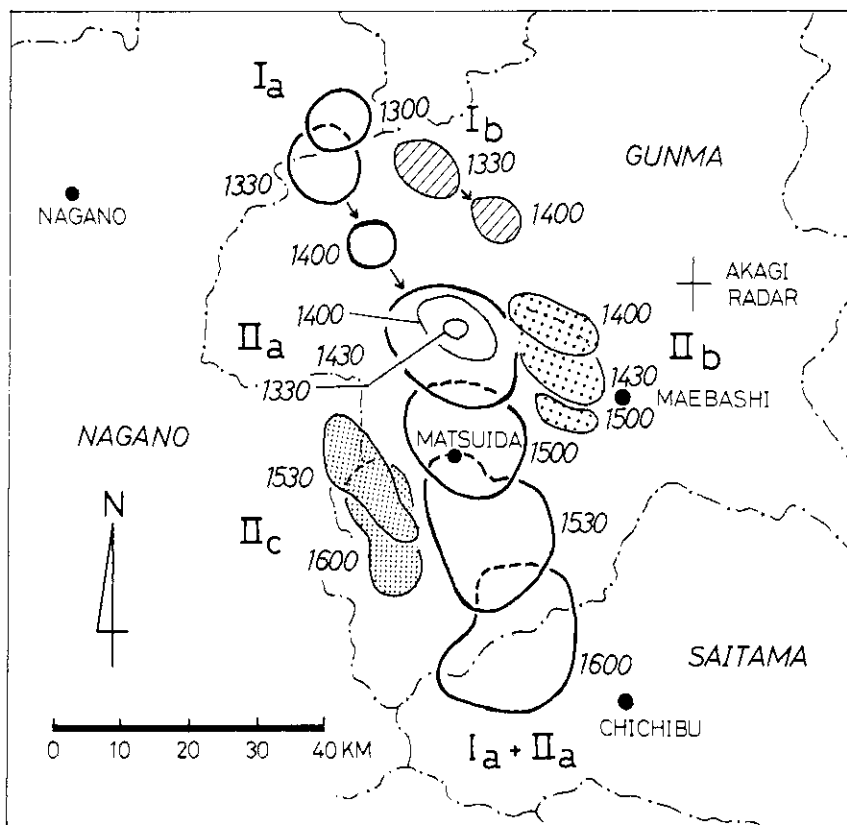


図 7 エコーパターンの時間変化
 Fig. 7 Time changes of related radar echoes

の差となって表われた。

4. 被災後の農作物の回復状況

ひょう害を受けた作物が、その後どのように変化していくかを調べるために、被災後2カ月間にわたって10日毎に追跡調査した。その結果を被災直後の状態と比較しながら以下に述べる。ただしここでいう変化とはあくまで外見的な変化である。

写真1に示したコンニャクは回復の見込なしとして、8月9日の調査時点では、すでにインゲンに転作されていた(写真8)。これは参考資料に示すように高崎農業改良普及所の指導によるものである。写真2に示したトマトの被災後三週間目の7月29日の状態を写真9に示した。わき芽が成長し、この時点ではすでに結実している。写真3のナスの回復はやや遅く、9月7日の調査時点で写真10のように結実していた。サトイモの場合、回復は最も

早く、新しい茎の成長により被災後12日目の7月19日には写真3のサトイモは写真11のように回復している。写真4のキリは被災後2カ月たった9月7日によくほぼ回復したといえる状態にもどった(写真12)。写真6のイネは、折れた葉は枯死して新しい葉が成長し、8月9日の調査時点では、外見上はひょう害を受けていないように見えるまで回復していた(写真13)。8月中旬に一部の水稻に白葉枯病が発生していたが、これはひょう害が原因ではなく、8月中旬の低温・多湿が原因と言われる。写真7のコンニャクは消毒が行きわたり、また被災直後の好天が幸いしてか、腐敗病の発生は少なかった。昭和51年7月19日群馬県南西部に発生したひょう害の例では、写真7程度のひょう害でも傷口から発生した腐敗病のためにコンニャクの木がとけてしまった例が見られた(小元・清野, 1976)が、今回の調査地点ではそうした例は見られなかった。

被災後二カ月間の半旬別の平均気温、最高気温、最低気温の変化を前橋について見たものを図8に示した。平均気温、最高気温、最低気温ともに7月と9月は平年より高め、8月は低めに経過している。とくに被災後一カ月間好天が続いたことは、被災作物の回復に大きく寄与したと考えられる。8月中旬は雨が続き、松井田の南隣りの下仁田では16~20日間に146 mm(17日74 mm)の雨が降っており、作物によってはひょう害からの立ち直りに悪い影響を受けたものもあった。調査地点では、先にふれたように、イネの白葉枯病が発生した。また9月9日にも群馬県西部地方に強雨が降り、一部の畑で土砂流出がおり、コンニャクに被害がもたらされた。

5. 結 語

昭和52年7月7日群馬県松井田町付近に発生した降ひょうは、局地的ながらまれにみる激しい被害をもたらした。この日の大気上層には寒気があり、日射により地表面が暖められた結果熱雷が発生し、ひょうを伴うまでに発達した。赤城山レーダー資料と降雨量分布から、二つの対流系が合体し、発達して本宿付近から松井田、下仁田を通して秩父方面へ移動、途中松井田付近に強雨とひょうをもたらしたことが示された。

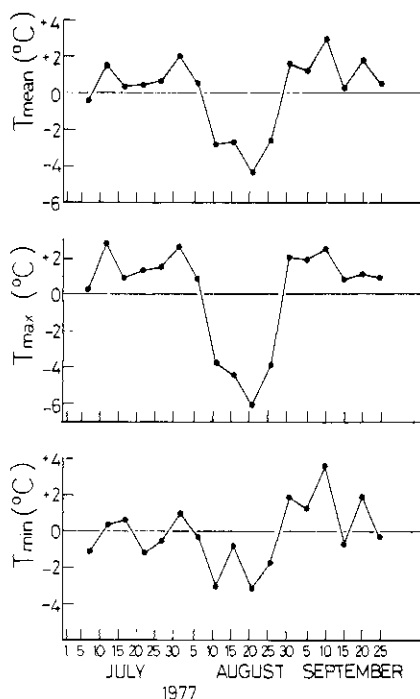


図8 前橋における日平均気温、日最高気温、日最低気温の半旬別平均値の平年値からの偏差
 Fig. 8 Deviations from pentad normals of daily mean, maximum and minimum temperature at Maebashi

降ひょうにより、そ菜・果樹・水稻・コンニャクに大きな被害が出た。降ひょう直後の調査では、最も激しい被害を受けた作物はほとんど壊滅状態であった。とくにコンニャクは植生の痕跡を残さないほどの被害の激しさであった。また作物の被害状況に、降ひょう現象の局所的变化が著しいことを明らかに示す例が見られた。すなわち、約500m離れた二つのコンニャク畑で、一方は全滅し、片方はそれほどの被害を受けていなかった。

被災後の作物の回復には、作物の種類によって著しい差異が見られた。降ひょうに対して弱いのはキュウリとコンニャクであった。最も被害の激しかった地点のこれらの作物は全滅し、他の作物に転作されていた。しかし同じ地点でもネギ・ナス・トマト・サトイモなどは収穫時期が多小遅れる程度ですみ、とくにサトイモの回復は非常に早かった。被害作物の回復には、その後の天候状態や被災作物への事後処理が大きく影響する。降ひょう地域の被災後の天候が比較的良好であったことは、以上述べてきた作物の回復に大きく寄与していたと思われる。被災作物の事後処理については、高崎農業改良普及所の対策指導を参考資料として付録に示した。

謝 辞

現地調査にあたっては群馬県農業共済組合連合会と群馬県高崎農業改良普及所の御協力をいただいた。また建設省利根川ダム統合管理事務所からはレーダー資料、雨量資料の提供を受けた。ここに記して謝意を表したい。

原稿のとりまとめにあたっては、異常気候防災研究室八木鶴平室長、米谷恒春主任研究官に討論していただいた。

参 考 文 献

- 1) 小元敬男・米谷恒春(1976)：関東地方の雷雨(その1)－雷雨日の大気鉛直構造の数値解析－。国立防災科学技術センター研究報告, 14, 65-78.
- 2) 小元敬男・八木鶴平・清野 裕(1976)：昭和50年6月9日の群馬県の降ひょう(序報)。国立防災科学技術センター研究速報, 22, 31pp.
- 3) 小元敬男・清野 裕(1976)：1976年7月19日のひょう害について。日本農業気象学会関東支部昭和51年度第三回例会にて発表。
- 4) 小元敬男・清野 裕(1977)：農作物のひょう害の形態。日本気象学会昭和52年度秋季大会にて発表。
- 5) 小元敬男・八木鶴平・清野 裕・米谷恒春(1978)：群馬県における降ひょう観測。農業気象, 34, 17-21.
- 6) 清野 裕・小元敬男・八木鶴平・米谷恒春(1978)：弱い降ひょうを伴った対流系の降水分布の特徴について。国立防災科学技術センター研究報告, 19, 1-15.

(1978年5月31日原稿受理)

付 録

高崎農業改良普及所は被災農家に対して次のような対策指導を行った。まず降ひょう当日の7月7日の19h、20h、21hと翌8日の06hから12hまでの毎時の計9回にわたり、有線放送を通じて対策指導要領を流した。その後7月9日夜には松井田町細野公民館と五料農協において、農民代表者を集めて講習を行った。項目は水稲・そ菜・果樹・養蚕・コンニャクである。しかし農民の多くは被害の甚大に驚き、方針が立てられない状態にあったので、7月12日にも再び指導会を実施した。これらの対策指導資料を以下に転載する。

なお、下記対策指導のほか、回復見込みのないコンニャク畑については、その後インゲンに転作するよう指導を行っている。

群馬県高崎農業改良普及所が指導した事後対策資料

(1) 水稲

極力浅水とし、水温を高め回復を早める。みだりに追肥するのは危険であるから注意する。白葉枯病葉イモチ病の防除に努める。

(2) 野菜(ナス・トマト・ピーマン・ネギ)

被害の大きいものは地上30cmくらいで切断し、わきめを利用する。ただしネギはそのままにする。被害の比較的軽いものについてはNK化成肥料を10aあたり12kg追肥する。病害防除としてダイセンの400倍液を散布する。

(3) モロコシ(ソルガム)

茎葉が裂けたものは播直しをする。被害の軽いものはNK化成肥料10aあたり12kg追肥し、軽く中耕しながら倒伏したものをおこしてやる。

(4) サトイモ

直ちに排水した後NK化成肥料を10aあたり12kg追肥して軽く土寄せする。

(5) 飼料作物

被害が大きく、回復困難なトウモロコシは早期に刈り取り、青刈り給与するか、サイレージに利用する。刈り取り後のホ場の後作にはトウモロコシの早生短稈の品種を利用して、9月中旬までに収穫利用し、冬作のまきおくれのないよう対処する。牧草類は早く刈り取り利用し、その後再生回復のためNK化成肥料を10aあたり20kg施肥する。

(6) コンニャク

回復見込みのある畑、被害の軽い畑には、3-4式ボルドー液にマイシン剤を加え、連続的に散布する。この場合、先にボルドー液をつくり、マイシン剤は散布直前に加える。はじめのうちは毎日または1日おきに消毒し、日中の高温時の散布は避ける。

(7) ウメ

落葉や新枝葉打傷のひどい場合は、傷口からカイヨウ病が発生しやすくなるので、アグレプト1000倍液を散布する。落葉して二次的に新枝葉が伸びてくるので、その枝が少しでも充実するように管理する。被害の少ないものは樹のふところ部分の枝を切りとり陽をあてる。

(8) プラム

「大西早生」、「ビューティ」の販売可能な果実は計画通りに収穫する。落葉した場合、黒斑病が発生しやすいので、アグレプト1000倍液を散布する。果実の傷口から灰星病が入るので、傷の大きなものはもぎとり穴に埋める。薬剤はトップジンM1500倍液を散布する。



写真2 トマトの被害 (7月10日)

Photo. 2 Damaged tomatoes (July 10)

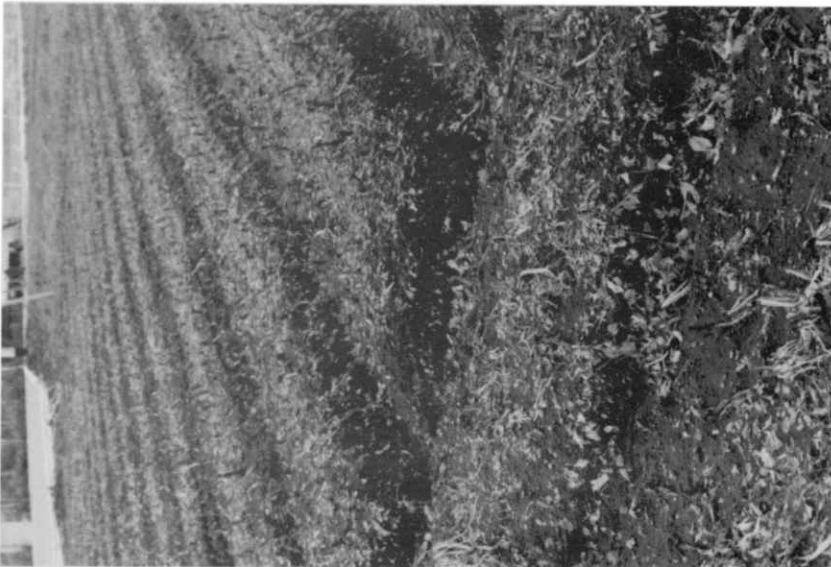


写真1 コンジャクの被害 (7月10日)

Photo. 1 Damaged konjak field (July 10)

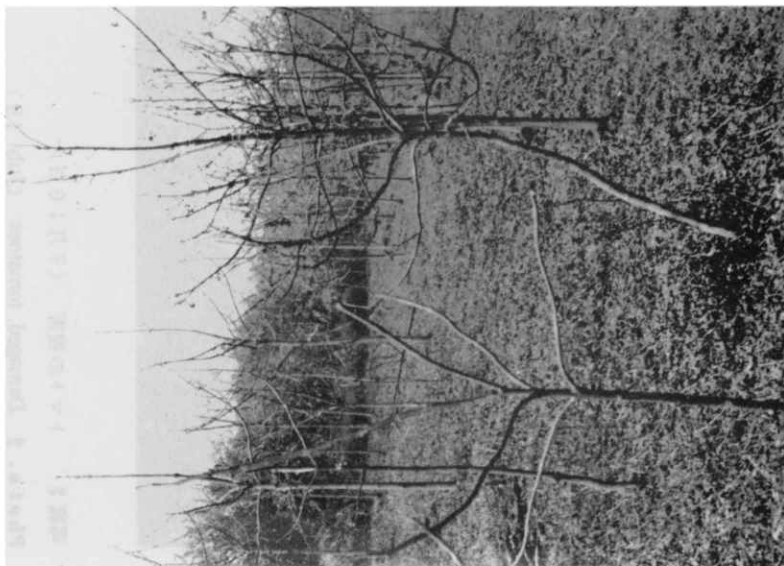


写真 4 キリの被害 (7月10日)

Photo. 4 Damaged paulownias

(July 10)

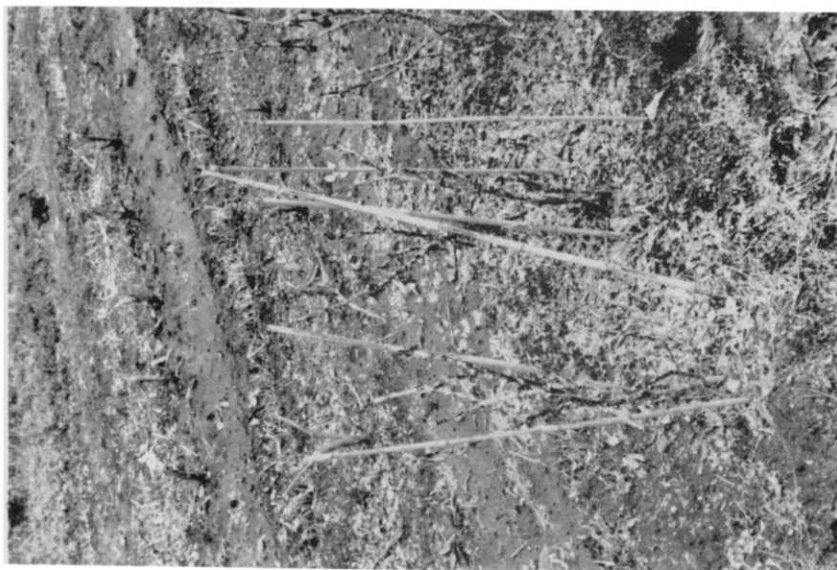


写真 3 ナスとサトイモの被害 (7月10日)

Photo. 3 Damaged eggplants and taros

(July 10)

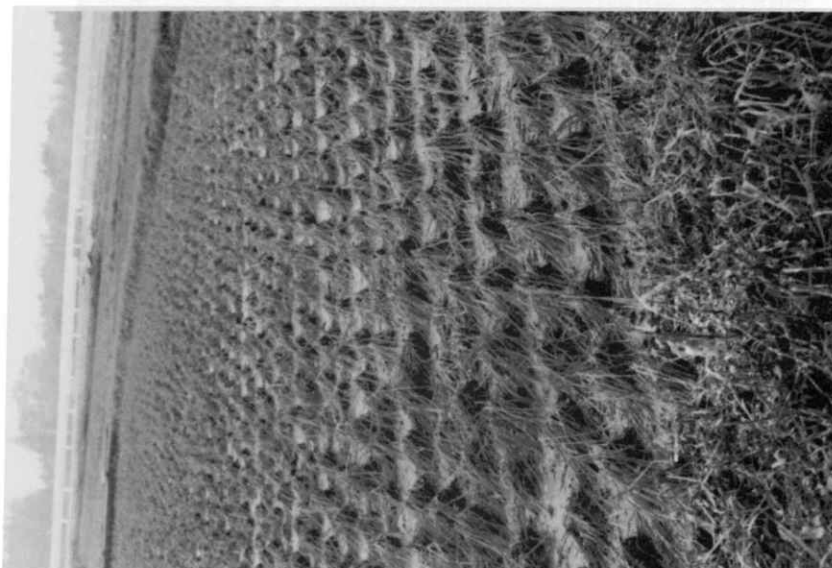


写真 6 イネの被害 (7月10日)

Photo. 6 Damaged paddy field (July 10)



写真 5 クワの被害 (7月10日)

Photo. 5 Damaged mulberry trees

(July 10)



写真 7 写真1地点より500 m離れたコンニャク畑の被害
(7月10日)

Photo. 7 Lightly damaged konjak field (July 10)



写真 8 インゲンに転作されたコンニャク畑 (8月9日)

Photo. 8 Konjak field in which kidney beans were
transplanted after the hailstorm (Aug. 9)



写真 9 回復したトマト (7月29日)

Photo. 9 Tomato in recovery (July 29)



写真10 回復したナス (9月7日)

Photo. 10 Eggplant in recovery (Sep. 7)



写真11 回復したサトイモ (7月19日)

Photo. 11 Taros in recovery (Sep. 7)



写真12 回復したキリ (9月7日)

Photo. 12 Paulownia in recovery (Sep. 7)



写真13 回復したイネ (8月9日)

Photo. 13 Paddy field in recovery (Aug. 9)