

令和4年6月2日に群馬県及び埼玉県で発生した降ひょう被害

横山仁¹・出世ゆかり¹・下瀬健一¹・鈴木真一²

Hail Damage in Gunma and Saitama Prefectures on June 2, 2022

Hitoshi YOKOYAMA¹, Yukari SHUSSE¹,
Ken-ichi SHIMOSE¹ and Shin-ichi SUZUKI²

Abstract

Severe hailfall occurred in Gunma and Saitama prefectures on June 2, 2022. The relationship between the hailfall characteristics and damages was investigated using information from local governments, news reports, interviews with schools, and weather reports from citizens. The hailfall area was approximately 70 km long and 17 km wide. Hailstone size ranged from smaller than 1 cm to larger than 5 cm in maximum diameter. This hailfall caused extensive damage to people (95 persons), residential and non-residential buildings (approximately 2,325 cases), agriculture (at least 3.39 billion yen), and vehicles. Human casualties occurred in areas with hailstones larger than 5 cm. Residential and non-residential damages occurred in areas with hailstones larger than 3 cm. On the other hand, agricultural damage was reported in areas with hailstones smaller than 3 cm. Car body dents were observed in areas with hailstones larger than 1 cm of hail.

キーワード：ひょう，ひょうの大きさ，人的被害，住家・非住家被害，農業被害

Key words: Hail, Hail size, Human damage, Residential/non-Residential property damage, Agricultural damage

1. はじめに

ひょうは発達した積乱雲で形成される直径5 mm以上の氷粒である。わが国では、直径3 cm未満の比較的小さなひょうが降る事が多いが^{1,2)}、直径

5 cmを超える大きなひょうが降ることもある^{3,4)}。降ひょうは突発的で局所的に発生し、比較的まれな現象である。また、被害をもたらすような激しい降ひょうは、暖候期に発生する事が多く、ひょ

¹ 防災科学技術研究所
National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience (NIED)

² 東北大学大学院理学研究科
Graduate School of Science, Tohoku University

本稿に対する討議は2025年8月末日まで受け付ける。

うは地上に到達した後すぐに融解が進む場合も多い。そのため、地上で被害をもたらしたひょうの大きさやその分布を把握することは未だ容易ではない。

降ひょうによる被害はさまざまであり、ひょうが農作物や農業施設、地上の構造物（住家・非住家）、車両、人や動物などに当たり破損や怪我などのダメージを与えるほか、ひょうが当たって落ちた街路樹の葉やひょうそのものが道路の排水溝を塞ぎ、道路冠水・住宅浸水が発生することがある。なかでも、農作物は降ひょうにより壊滅的な状態になる場合があり、1990年頃にかけて降ひょうによる農作物の被害に関する詳細な調査研究が行われた^{5,6)}。小元(1984)⁶⁾は、ひょう害の主な被災対象作物はそれまでは工芸作物やムギ類が中心であったが、果樹や野菜の被害比率が増加しているとともに、施設栽培が盛んになり、温室ガラスの破損など農業施設の被害金額も当時増加傾向にあると述べた。また、農作物はひょうによる損傷により病害の発生などの二次被害が生じることもあるほか、栽培される農作物や農業施設の変化に伴い降ひょうによる被害の内容も大きく変化する。さらに、農業以外の降ひょう被害についても、その実態は、季節や地域、時間帯、人々の生活形態や土地利用状況によっても変わるものと考えられる。

こうした降ひょうによる被害を軽減するためには、偏波気象レーダによる降ひょうの早期検知や直前予測技術の向上が期待されている。しかし現状では、降ひょう被害を防ぐための十分な対策を事前に講じることができるような、リードタイムが確保された確度の高い降ひょう予測は困難である。また気象レーダで降ひょうが検知されたとしても、その情報を実際に発生しうる被害と関連づけ、発災後に素早くより適切な対応に結びつけるためには、降ひょう被害の内容とひょうの特徴の対応を事例ごとに詳細に調査し、知見を積み重ねることが重要である。

そうしたなか、2022年6月2日と3日に関東地方においてひょうが降り、甚大な被害が発生した。ひょう害は一般に局地性が高く小規模である場合

が多いが、この両日は被害の規模が大きかったことから、各自治体による被害の取りまとめが行われた。防災科学技術研究所（以下、防災科研）では、特に6月2日に群馬県西部から埼玉県北部にかけての広い範囲で、農業被害のほか、建物被害、車両被害、人的被害が発生した事例に注目し、各自治体から発表される被害情報を収集するとともに、被害の実態を把握するため現地被害調査を実施した。また、ひょうの大きさとその分布を調べるため、学校などへの聞き取り調査や市民からの気象レポートの情報集約を行った。これらの結果をもとに、本報告では、6月2日に発生した降ひょう事例について、その被害と降ひょう特性の関連を明らかにする。

2. 大気場と降水システムの概要

6月2日に降ひょうをもたらした降水システムの概要を示すため、図1に、国土交通省 XRAIN の降雨強度分布と、地上で降ひょうが確認された地点を図示する。降ひょう地点調査方法の詳細については3章で説明する。降ひょうは群馬県高崎

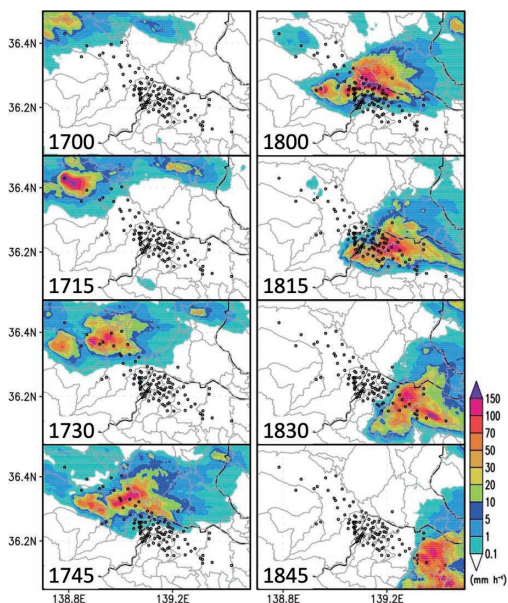


図1 2022年6月2日1700JSTから1845JSTのXRAIN降雨強度の分布（黒丸は地上で降ひょうが確認された地点）

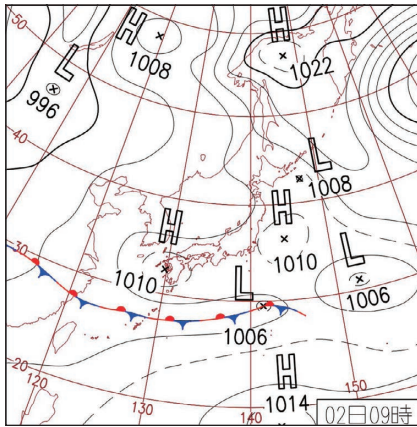


図2 2022年6月2日0900JSTの気象庁地上天気図

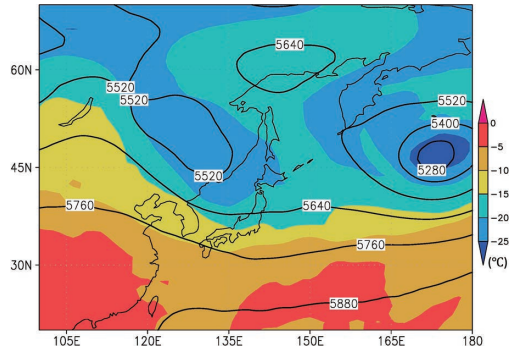


図3 2022年6月2日0900JSTの500 hPaにおけるジオポテンシャル高度(実線)と気温(カラーシェード)(JRA-55長期再解析データに基づく)

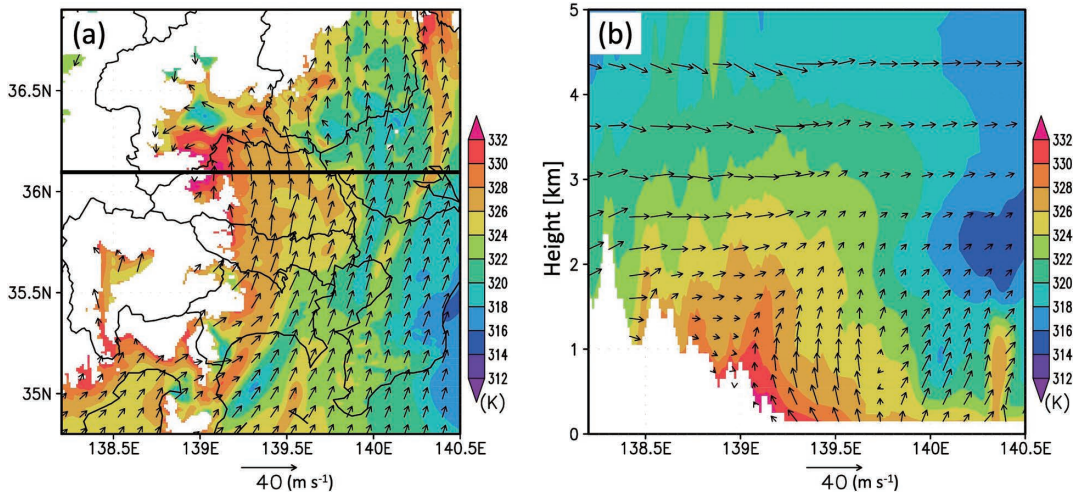


図4 2022年6月2日1800JSTの相当温位(カラーシェード)と水平風ベクトル(矢印)の(a)高度500 mと、(b) (a)に示した直線に沿う東西鉛直断面における分布図(防災科研独自のデータ同化システムにより得られた客観解析データ。図下の矢印は風速スケール (m s^{-1}) を表す。)

市から埼玉県熊谷市にかけての地域で確認された。1700JST (Japan Standard Time ; JST = UTC+9 時間) に群馬県高崎市の北西部にみられた対流性の降水エコーは、1715JST までに最大降雨強度が 150 mm h^{-1} を超え急速に強まった。その後1845JST 頃にかけて 100 mm h^{-1} 以上の強い降雨強度を維持しながら南東方向に移動し、地上に降ひょうをもたらした(図1)。1900JST 以降は降雨強度が次第に弱まり、降水エコーは2000JST 頃に埼玉県と千葉県の間境付近でほぼ消滅した(図省略)。

この降水システムが発生した大気場を、気象庁天気図、JRA-55 長期再解析データ、防災科研独自のデータ同化システムにより得られた客観解析データ⁷⁾を用いて示す。この客観解析データは、3次元変分法をベースとする同化システムにより作成されており、背景場には気象庁局地数値予報モデル GPV (LFM) を初期値とした数値気象モデル CReSS⁸⁾ による予報値を、観測データには国土交通省 XRAIN の X バンド MP レーダから得られた動径風速と気象庁アメダスの地上風速を利用している。

図2は6月2日0900JSTの地上天気図である。本州の南方約600 km に停滞前線が位置していた。本州付近は東西に延びる緩やかな高気圧に覆われており、地上付近では総観規模の顕著な擾乱はみられなかった。一方500 hPa では、日本周辺に中国大陸から延びる気圧の谷があり、関東地方付近は約-15℃の寒気に覆われていた(図3)。図4(a)は群馬県と埼玉県の県境付近で激しい降ひょうが発生していた1800JSTの高度500 mの相当温位と水平風ベクトルである。降ひょうを伴う降水システムの南側から相当温位が330 K以上と比較的高い気塊が流入している。図4(b)は図4(a)に示した位置(降水システムの南側)の相当温位と水平風ベクトルの鉛直断面である。山岳域の東側139°Eから139.5°Eの高度1.5 km以下に相当温位が比較的高い南風の領域があり、降ひょう地域周辺の対

流不安定の強化に寄与していたと考えられる。

3. 降ひょう及び被害の実態

3.1 情報収集の方法

群馬県及び埼玉県のほか、関係する市町や報道機関からの公開情報とともに、ヒアリング、ならびに、防災科研が開発した気象リポートシステム「ふるりポ!」⁹⁾により、6月2日の降ひょう(場所、時刻、最大の大きさ)及び被害の状況を調べた。なお、埼玉県では翌3日も1500JST頃以降に東部地域を中心にひょうが降り被害が発生した。しかし、上記の自治体などの降ひょうや被害情報には発生場所に加えて日時が含まれており、両日の降ひょう地域が重複していないことを確認した。また防災科研では、より詳細な状況を確認するために、これらの情報やレーダエコーから、

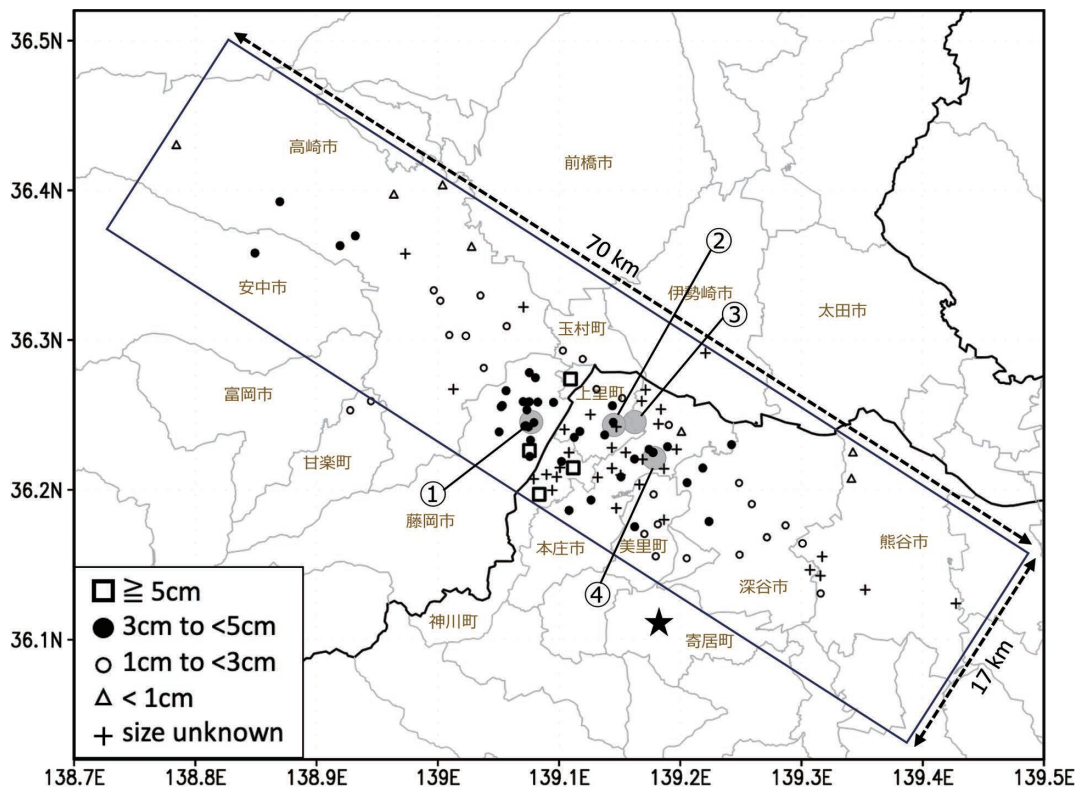


図5 2022年6月2日の降ひょう分布(+~□の各記号は確認されたひょうの最大粒径を表す。★は寄居アメダスの位置、●は図6~9のそれぞれの写真撮影場所で、①は図6(b)、②は図7(a)及び図8、③は図7(b)、(c)、④は図6(c)及び図9)

ひょうが激しく降ったとみられる群馬県高崎市、埼玉県児玉郡上里町、神川町、美里町、本庄市の小中学校27校に対し、電話にてヒアリング調査を実施するとともに現地調査を行った。得られた情報には、cm単位での報告がある一方で、ゴルフボール大やパチンコ玉といった情報もみられた。本研究では、こうした情報もそれぞれの実際の大きさをもとに、ゴルフボール大は3~5cm、パチンコ玉は1~3cmに分類した。

3.2 降ひょう状況

6月2日の降ひょうの位置及び最大粒径の分布を図5に示す。詳細な位置情報がわかるものにつ

いてはその場所に、市町村の町・字単位の情報までのものについては町・字の中央付近に、それぞれ記した。図中の記号は確認されたひょうの最大粒径を表す。降ひょうは高崎市、安中市(1730JST頃)、藤岡市、甘楽町、上里町(1800JST頃)、神川町、美里町、本庄市、寄居町、深谷市(1815JST頃)、熊谷市(1830JST頃)でそれぞれ確認され、降ひょう域は、北西から南東方向にかけて長さ約70km、幅約17kmであった。ひょうの最大粒径の情報は、1cm未満のものから5cm以上のものまでであったが、特に、高崎市、安中市、藤岡市、上里町、神川町、美里町、本庄市、深谷市で、粒径3cm以上のひょうが降ったことが確認された。



図6 2022年6月2日に群馬県、埼玉県に降ったひょうの写真((a)²⁾, (b): 群馬県藤岡市, (c): 埼玉県本庄市, (d)¹⁴⁾: 埼玉県深谷市)

また、高崎市東部(旧新町地域)及び藤岡市北部、神川町北部では最大粒径5cm以上のひょうが降ったことがわかった。

図6は、藤岡市、本庄市、深谷市で降ひょう直後に撮影されたひょうの写真である。藤岡市では直径5cm程度(図6(a), (b))、本庄市では直径3cm程度(図6(c))、深谷市では直径2cm程度(図6(d))のひょうが降ったことが写真からも確認することができる。ところで、図5のひょうの大きさに関する情報は目視によるものが中心であり、誤差が含まれていると考えられるが、本調査ではひょうの大きさの情報が多数得られ、特に降ひょうが激しかった地域では高密度に情報を得ることができた。また図6の写真のひょうの大きさ

や、後述する現地調査で確認した降ひょうの痕跡の大きさは、図5の降ひょう分布と矛盾しない。このことは、図5に示した降ひょう分布調査の有効性を示すものである。

3.3 被害状況

ここではまず、自治体が公表した人的被害、住家・非住家被害、農業被害を中心に整理する。表1は、群馬県と埼玉県が公表した6月2日の人的、住家・非住家被害のほか、確認されたひょうの大きさをまとめたものである。群馬県と埼玉県とでは被害分類等の被害集約方法が異なるため、表にはそれぞれの分類表記のまま記載した。また、表2、表3は群馬県及び埼玉県における農業被害の

表1 2022年6月2日の群馬県、埼玉県の降ひょうによる人的及び住家・非住家被害、ひょうの大きさ(群馬県及び埼玉県の報道発表資料をもとに作成)

項目	内容	群馬県				埼玉県				
		藤岡市	高崎市	安中市	学校関係	上里町	美里町	神川町	本庄市	深谷市
人的被害 (人)	軽傷(ガラスによる負傷)	2				2				
	軽傷(下校中等のケガ)				10					
	ひょうが当たり痛みを訴えた者等				81					
住家・非住家 被害 (件、棟)	ベランダの屋根、カーポートの屋根、テラス、雨どい、窓ガラス、屋根等*1	1,027*2	133*3	22*3						
	窓ガラス破損*4					約1,000	59	56	26	2
	内水による浸水*4									1
ひょうの大きさ (cm)	最大粒径	5<	5<	3~5	-	3~5	3~5	5<	3~5	3~5

*1：群馬県による分類 *2：件数はブルーシート配布件数等 *3：件数は問い合わせ件数等 *4：埼玉県による分類

表2 2022年6月2日の群馬県における降ひょうによる農業被害(群馬県の報道発表資料をもとに作成)

作物名	被害規模	被害金額	被害市町
ウメ	310.3 ha	3億1,944.5万円	高崎市、安中市
ナシ	61.1 ha	1億6,008.6万円	高崎市
ナス	17.7 ha	8,169.5万円	高崎市、藤岡市、安中市、甘楽町、玉村町
小麦	564.2 ha	5,626.2万円	高崎市、藤岡市、安中市、玉村町
スモモ	18.1 ha	1,153.4万円	高崎市
園芸施設	228戸	1億6,764.0万円	高崎市、藤岡市

表3 2022年6月2日及び3日の埼玉県における降ひょうによる農業被害(埼玉県の報道発表資料をもとに作成)

	被害規模	被害見込金額
農作物(小麦、スイートコーン、ネギ、ナス等)	1,843.9 ha	30億1,469万円
永年作物(ナシ、ウメ、キウイフルーツ)	6.3 ha	892万円
農業用生産施設(ビニールハウス等)	546戸	8億2,504万円

状況である。

(1) 人的被害

最大粒径 5 cm 以上のひょうが観測された藤岡市で 2 名¹⁰⁾、また、上里町でも同じく 2 名¹¹⁾の人的被害(軽傷)が報告されている(表 1)。上里町で確認されたひょうの最大粒径は 3~5 cm であるが、隣接する神川町北部、高崎市東部では、最大粒径 5 cm 以上のひょうが観測されており、大きなひょうが降ったエリアに近い地域といえる。このほか群馬県では、学校関係の人的被害として、下校中等のケガ(軽傷)10名、ひょうが当たり痛みを訴えた者等81名が確認されており、そのうち87名は藤岡市内での事例であった¹²⁾。全体としては、両県合わせて総計95名の人的被害となった。

(2) 住家・非住家被害

群馬県では、窓ガラス、屋根、カーポート等の被害が藤岡市で1,027件、高崎市で133件確認されており、いずれも最大で 5 cm 以上のひょうが観測された地域である。また、最大で 3 cm 以上のひょうが観測された安中市でも22件の被害が報告されている。埼玉県では降ひょうによる窓ガラスの破損が、上里町で約1,000棟、美里町で59棟、神川町で56棟、本庄市で26棟、深谷市で2棟報告され、いずれの市町も 3 cm 以上(神川町は 5 cm 以上)のひょうが観測されている。住家・非住家被害の件数を県ごとにまとめると、群馬県内で1,182件、埼玉県では概ね1,143件となり、両県合わせると概数で合計2,325件の被害となった。

(3) 農業被害

群馬県では高崎市、安中市、藤岡市、甘楽町、玉村町でウメ、ナシ、ナス、小麦、スモモに被害が発生したほか、高崎市、藤岡市では農業用施設も被害を受け、農業被害総額は 8 億3,408.3万円となった(表 2)¹³⁾。

埼玉県では、北部地域の熊谷市、本庄市、深谷市、美里町、神川町、上里町、寄居町で農業被害が確認された。翌 6 月 3 日も県東部と中央部でひょうが降り、農業被害が発生したため、県では両日合わせて被害が取りまとめられた(表 3)¹⁴⁾。両日の降ひょうにより、小麦、スイートコーン、ネギ、ナス、ナシ、ウメ、キウイフルーツのほか

ビニールハウス等の農業用生産施設が被害を受け、2 日間の被害総額は38億4,867万円となり、県は特別災害に指定した¹⁵⁾。このうち、6 月 2 日の被害金額について情報がある深谷市、本庄市、上里町の被害額はそれぞれ、約14億 4 千万円¹⁶⁾、約 6 億 4 千万円¹⁷⁾、約 4 億 8 千万円¹⁸⁾となり、これらを合わせると約25億 6 千万円となった。この 3 市町の被害額の合計は、両日の総額の約67%にあた

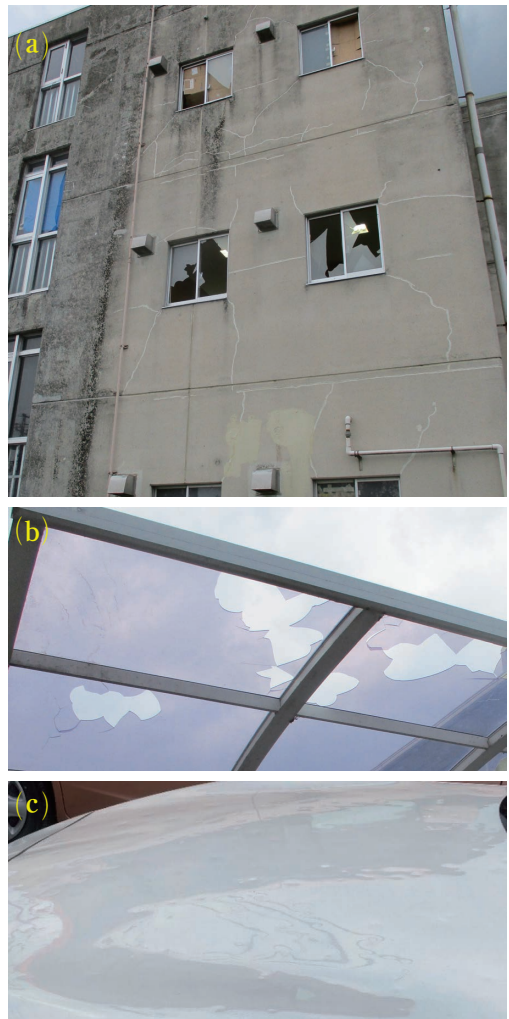


図 7 現地調査で確認した2022年6月2日の降ひょうによる被害 ((a): 小学校の窓ガラスの割れ, (b): サイクルポートの割れ, (c): 車のボンネットのへこみ, (a): 埼玉県上里町, (b), (c): 埼玉県本庄市, 2022年6月3日著者撮影)

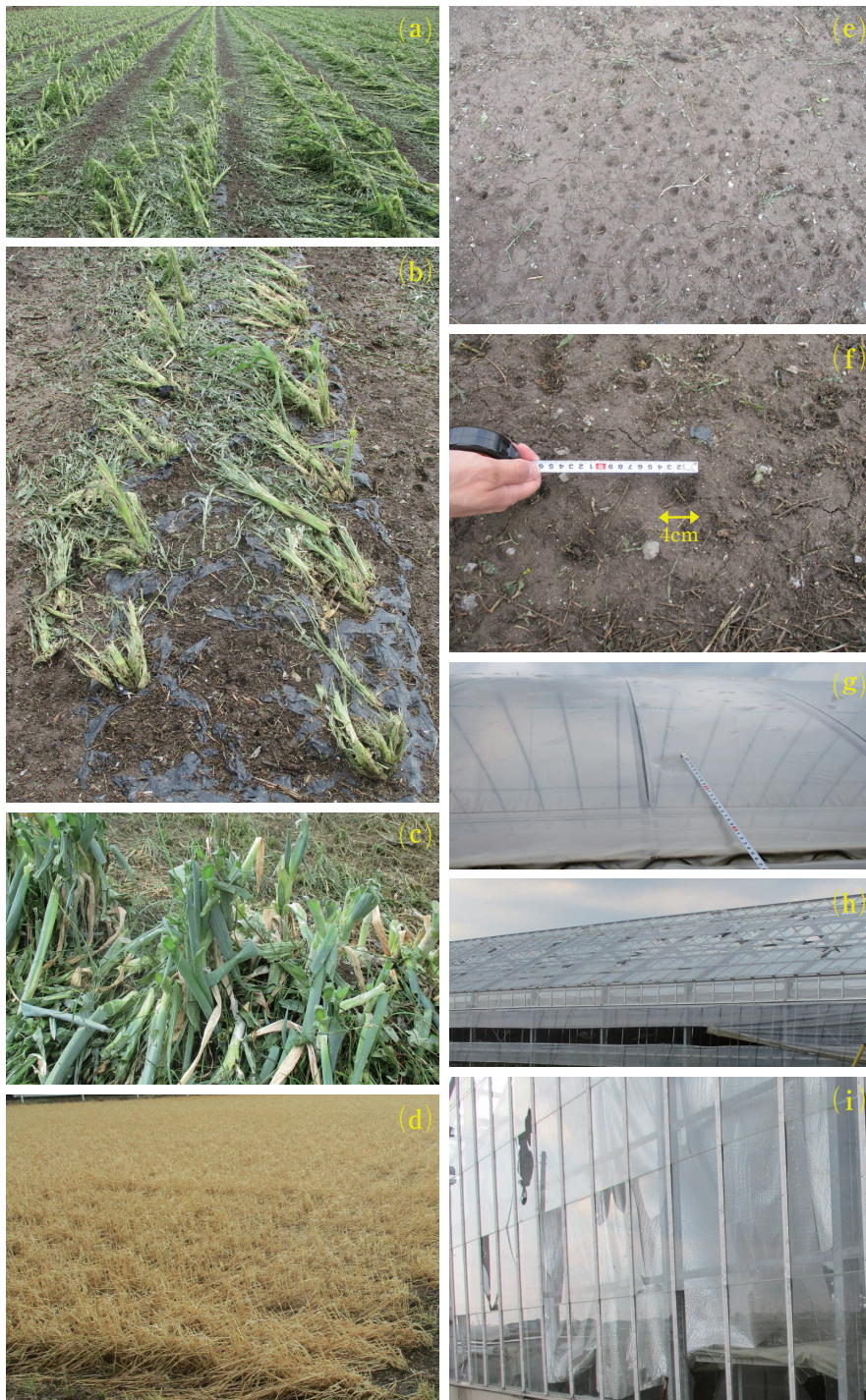


図8 現地調査で確認した2022年6月2日の降ひょうによる農業被害 ((a), (b): トウモロコシ, (c): ネギ, (d): ムギ, (e), (f): 土壌表面のひょうの痕とみられる穴, (g): パイプハウス, (h): ガラス温室の天井面, (i): ガラス温室の北側妻面の各被害, 埼玉県上里町, 2022年6月3日 著者撮影)



図9 2022年6月2日の降ひょうによる道路交通機器の被害写真(周辺住民へのヒアリングにより、ひょうの痕跡が6月2日の降ひょうにより生じたことを確認。(a)北西面のほうが(b)南東面よりも、ひょうが当たったとみられる痕跡が多い。埼玉県本庄市, 2022年7月6日著者撮影)

る。以上のことから、6月2日の降ひょうにより両県で少なくとも33億9千万円の被害が発生したと考えられる。

(4) その他の被害

6月2日は、報道発表等で多くの車両被害も確認された。また、電話ヒアリングによっても、降ひょうの有無やひょうの大きさに関する情報とともに、「ゴルフボールのような大きさはなかったが、車がへこんだ」、「10円玉大のひょうが降り、車がボコボコになった」、「1~1.5 cmのひょうが降り、車が少しへこんだ」といった情報が得られた。また、表1に示すように3 cmを超えるひょうが降った地域で、窓ガラスが割れる被害が多く確認された一方、「1~2 cmのひょうが降ったが、学校のガラスは割れなかった」といった情報も電話ヒアリングによって得られた。

(5) 現地調査により確認した被害状況

6月2日に、上里町で学校での窓ガラス破損等ひょうによる被害の報道が複数あったことから、翌6月3日1345JST頃に同町を中心に現地調査を行った。なお前述のように、3日も埼玉県の東部地域を中心にひょうが降り被害が発生しているが、被害の発生時刻や地域が6月2日とは異なっていた。また、現地においても調査中に一時雷雨

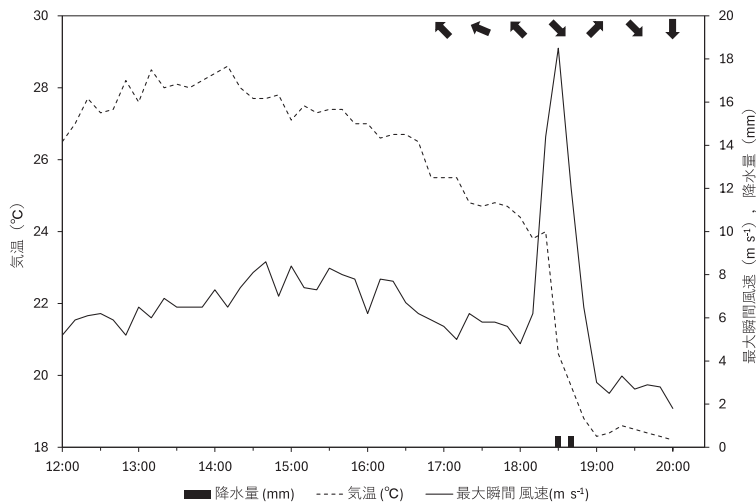


図10 2022年6月2日の寄居アメダスにおける降水量, 気温, 最大瞬間風速(矢印は1700JST~2000JSTまでの30分ごとの風向)

はあったものの降ひょうは確認されなかった。

図7は、現地調査の際に、上里町及び本庄市で撮影した被害写真である。小学校の窓ガラスやサイクルポートの破損、車のボンネットのへこみ等の被害が確認された。また、図8は、同じく上里町で確認した農業被害で、トウモロコシ、ネギ、ムギ、パイプハウス、ガラス温室の被害写真である。被害があったトウモロコシ畑は、畝間約80 cm、条間約40 cm、株間約20 cmの2条植えで栽培されており、草丈は約70 cm、地上から30 cm付近の莖径は約2.5 cmで、子実は確認できなかった。畑全体が激しい被害を受けており、原形をとどめる株はほとんどなく、ほぼすべての株が南東方向に倒伏していた。土壌表面には降ひょうによるとみられる多数のくぼみがあり、これらの痕跡から、この付近に降ったひょうの粒径は3～4 cm程度と考えられた。この大きさは、図5に示した降ひょう分布の調査地点周辺で得られたひょう粒径情報と矛盾しない。現場付近ではトウモロコシ以外に茎折れしたネギや温室ガラスの破損、パイプハウスの穴あきや傷といった被害も確認された。なお、ガラス温室では屋根面だけでなく北側妻面のガラスも割れていた。前述のように、トウモロコシが南東方向に倒伏していたほか、近傍の小学校でも北側の窓ガラスが多数割れていた。さらに、本庄市でも、北西側表面にひょうが当たったことによるとみられる多数の傷跡のある事物が後日確認された(図9)。

こうしたことから、降ひょう時には強い北寄りの風が吹いていたと考えられる。気象庁寄居アメダス(図5の★)では、1825JSTに急激な気温低下とともに風向が南東から北西に急変し、突風とみられる最大瞬間風速 18.5 m s^{-1} の北西風が記録されている(図10)。また、深谷市から寄居町にかけての地域で、突風(JEFO)によるとみられる被害も確認されている¹⁹⁾。

4. 考察

6月2日の降ひょうは、群馬県高崎市から埼玉県熊谷市にかけて長さ約70 km、幅約17 kmの範囲で発生した。降ひょうは、1700JST頃から

1900JST頃にかけて降ひょう域を通過した、非常に強い降水強度を伴う対流性の降水システムによってもたらされた。ひょう害は一般に局地的であることが多く、被害額も他の気象災害に比べ小さい場合が多い。しかし、今回の被害を農業被害についてみると、2000年5月24日に千葉県、茨城県で発生したひょう害⁴⁾(千葉県で約72億円²⁰⁾、茨城県で約9億円²¹⁾)に次ぐ甚大な被害であった。ひょうの大きさに関してみると、県が集計した人的、住家・非住家被害があった市町は、いずれも最大粒径3 cm以上のひょうが降っていた市町である。地域的には、降ひょうの大きさが大きい地域ほど被害が大きい傾向があり、3 cm以上のひょうが降った地域では特に甚大な被害となっていた。

農業被害についても、3 cm以上のひょうの報告がある市町で大きな被害となっていたが、3 cm未満のひょうが降ったとみられる地域でも被害が確認されており、農業被害の場合は、人的、住家・非住家被害に比べ、より小さなひょうでも被害が発生していたとみられる。ひょうによる農作物被害に関しては、直径6.4 mm以上のひょう粒数との関係が深いことが示されているが²²⁾、今回、広範囲で1 cm以上のひょうが降ったことが、大きな農業被害につながったものと考えられる。ひょうによる被害は、ひょうの大きさだけでなく、単位面積当たりのひょう粒数のほか、ひょうの質量、降ひょう継続時間、運動(衝突)エネルギー等が関係しているとされる⁵⁾。特に、降ひょう時の風速が大きいと、同じひょうの大きさでも、衝突エネルギーが増大するため被害が大きくなる²³⁾。一般に、降ひょうは発達した積乱雲によってもたらされることから、突風とともに発生することが多い。今回も降ひょう時に強い風を伴っていたとみられ、ひょうの大きさ固有の終端速度²⁴⁾以上の速さで農作物等の地上物に衝突したことが被害の拡大につながったものと考えられる。

車両被害も近年、ひょうによる被害物としてよく話題になるが、自治体は車両被害を集計しておらず、損害保険団体等による集計が無い場合には詳細な被害状況は不明なことが多い。今回、降

ひょうに関する情報収集に際し、車両被害についてもいくつかの情報が得られ、1~3 cmの降ひょう情報とともに車のボディーがへこんだといった被害の情報があつた。また、建物への被害に関しては、窓ガラスが割れる被害のあつた地域の多くが3 cm以上のひょうが降つた地域である。千葉県我孫子市内で多くの学校の窓ガラスが割れた2000年5月24日のひょう害においても、ピンポン玉大であつたとの報告がある⁴⁾。一方、今回、ひょうの大きさが1~2 cmという情報とともに、窓ガラスは割れなかつたとの話も複数聞かれた。こうしたことから、自動車のボディーへのへこみは粒径1 cm以上、窓ガラスの破損は3 cm以上で発生するといった、ひょうの大きさと被害に関する一つの目安が考えられる。ただし、一概に窓ガラスといっても、さまざまな種類があり強度も異なるとともに、前述のように、ひょう害はひょうの大きさだけでなく、降ひょう数密度や風速等によつても異なることとされることから、今後、さまざまな事例でひょうの大きさと被害との関係を風速等他の条件と合わせながら調べるのが重要である。防災科研では、全国における過去のひょう害についてデータベースとして取りまとめ公開している(「ひょう災害データベース」)²⁵⁾。本調査により、降ひょうの大きさによつて、被害に差が見られる傾向が認められたことから、今後、気象レーダによる降ひょうの大きさの推定に関する研究開発が期待される。

ひょう害は一般に、住家や農作物等の被害に目が行きがちであるが、人体に当たったり、割れた窓ガラスでケガをしたりするなどの人的被害も起きることも珍しくなく、今回も90名を超える人的被害が発生している。2000年5月24日のひょう害は正午過ぎに発生しており、100名以上の生徒が割れた窓ガラスにより負傷したとされる⁴⁾。降ひょうは一般に大気が不安定となりやすい午後が発生しやすく、児童生徒の下校時刻と重なる可能性も考えられる。今回の降ひょうは18時前後に発生したことから、被害者の多くが部活動等を終え下校途中だった中高生であつたと考えられるが、もう少し早い時間帯であれば、小学生の被害も発生し

た可能性は十分ある。

以上のような被害の実態から、現時点で考えられる対策として、例えば、農業被害に対しては、すでに栃木、茨城等ひょうの常襲地帯とされる北関東の果樹園で広く普及する多目的防災網の設置が考えられる。ただし、費用対コスト等の課題もあり、常襲地帯でない地域での実施は容易ではない。また、前述のように降ひょう時には強風・突風を伴うことが珍しくなく、2000年5月24日のひょう害の際も、約30 m s⁻¹の最大瞬間風速が観測されている⁴⁾。したがって、防風網や防風林の整備・保全も被害を軽減する対策の一つと考えられる²⁶⁾。こうした事前の対策のほかに、被害を受けた後の迅速な殺菌剤散布といった事後対策も、病害の発生等二次被害を防ぐ意味で重要である。このような対策への活用を視野に、防災科研では、ひょうが降つたとみられる地域をレーダデータと市民からの気象リポート「ふるりポ!」から推定し、いち早く公開する試みを関東地方を中心に行っている(「ソラチェック」)²⁷⁾。人的被害への対策としては、体育や部活動等学校活動時と同様に登下校時においても、例えば下校の可否判断の際に、教職員等関係者によるレーダをはじめとした気象情報の確認とともに、実際の雨雲の視認等前兆現象の把握に努めることが重要といえる。また、農業においても農作業時にひょうが当たればケガをする可能性があり、学校の場合と同様に、気象情報の確認と現場での空模様への注意が必要である。なお、今回、パイプハウスのフィルムを貫通し、ガラス温室の屋根面が割れる等の被害が発生していることから、降ひょう時のこれらへの避難や残留は危険であることを認識する必要がある。

5. まとめ

2022年6月2日に群馬県及び埼玉県で発生した降ひょう事例について被害と降ひょう特性の関連を調べた結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 降ひょう時前後の大気場と降水システムを解析した結果、関東地方の上空が-15℃の寒気に覆われていた一方で、降ひょうを伴う降水システムの南側から相当温位が330 K以上と

比較的高い気塊が流入し、大気が不安定な状況にあった。

- (2) 自治体や報道機関からの情報やヒアリング、防災科研が運用する気象レポートシステム「ふるりポ！」等により、降ひょうの実態と被害状況を調べた結果、群馬県から埼玉県にかけて、北西から南東方向に長さ約70 km、幅約17 kmの範囲に降ひょうがあった。降ったひょうは最大粒径1 cm未満のものから5 cm以上のものまでであった。
- (3) 群馬県藤岡市と埼玉県上里町でそれぞれ2名の軽傷者があったほか、群馬県内の学校で91名の人的被害があった。また、住家・非住家被害は群馬県内で1,182件、埼玉県でも約1,100件確認された。農業被害は、群馬県で8.3億円、埼玉県でも少なくとも25.6億円の被害があり、埼玉県では、翌3日の被害も合わせると38.4億円の農業被害となった。
- (4) 多くの人的被害が発生した藤岡市では5 cmのひょうが確認されており、住家・非住家被害があった市町では3 cm以上のひょうが確認された。一方、農業被害は3 cm未満での地域でも発生していた。また、自動車のボディへのこみは1 cm以上のひょうが降った地域で確認された。
- (5) 現時点で考えられる対策としては、農業では、費用面の課題はあるものの多目的防災網の設置とともに、降ひょう地域の迅速な把握が重要と考えられる。人的被害に対しては、児童生徒の下校時や農作業時におけるレーダ等の気象情報の確認とともに実際の雨雲の視認が重要である。

謝辞

埼玉県農林部から、降ひょうと被害に関する資料を提供いただいたほか、多くの自治体、教育機関、JA、農家等関係者から貴重な情報提供を受けた。また、図6(a)の写真を藤岡市に、図6(b)の写真を時田菜穂子様に、図6(c)の写真を清水健作様に、それぞれご提供いただいた。記して深く感謝申し上げます。現地調査にあたっては、水・土砂防

災研究部門小野貴之研究員（現：東京消防庁）に、解析図の作成にあたっては、秋田寛己特別研究員にそれぞれ協力いただいた。なお、XRAINのデータは国土交通省より提供され、国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」：データ統合・解析システム（DIAS）の枠組みの下で収集・提供されたものである。本研究はJSPS科研費JP21H01162の助成を受けた。

参考文献

- 1) 吉野正敏：関東甲信地域の降ひょうの気候学的特性、降ひょうと下降流突風（ダウンバースト）による災害に関する研究（研究代表者、小元敬男）、文部省科学研究費・自然災害特別研究成果、pp.79-90, 1989.
- 2) 佐藤昇：近畿地方で観測された雹粒、天気、Vol.53, pp.27-37, 1998.
- 3) 出世ゆかり・坪木和久：非定常で短寿命の対流セルのもたらす降雹の水平規模と雹の大きさ - 2002年5月26日の阪神間の降雹事例について -、天気、Vol.53, pp.871-877, 2006.
- 4) 奥田泰雄・伊藤弘：平成12年5月24日関東北部で発生した降雹被害、RISK, No.57, pp.1-8, 2000.
- 5) 小元敬男・清野豁：降ひょう特性と農作物の被害率の関係、農業気象、Vol.32 (2), pp.65-76, 1978.
- 6) 小元敬男：ひょう害、農業気象、Vol.40, pp.163-172, 1984.
- 7) Shimose, K., S. Shimizu, R. Kato and K. Iwanami: "Analysis of the 6 September 2015 Tornadoic Storm Around the Tokyo Metropolitan Area Using Coupled 3DVAR and Incremental Analysis Updates," J. Disaster Res., Vol.12, No.5, pp.956-966, 2017.
- 8) Tsuboki, K. and A. Sakakibara, "Large-scale parallel computing of cloud resolving storm simulator," Lecture Notes in Computer Science, Vol.2327, High Performance Computing, ISHPC 2002, Springer, 2002.
- 9) 防災科研：気象レポートシステム「ふるりポ！」、<https://fururipo.bosai.go.jp/fururipo/> (2024年1月26日閲覧)
- 10) 群馬県：降ひょう（6月2日）に関する情報（最終報）、<https://www.pref.gunma.jp/site/houdou/26039.html> (2024年1月27日閲覧)
- 11) 埼玉県：令和4年6月2日の洪水注意報・降

- ひょうによる被害状況について (第3報), <https://www.pref.saitama.lg.jp/a0402/news/page/news2022060303.html> (2024年1月27日閲覧)
- 12) 藤岡市: 広報ふじおか, 第1278号, 28p., 2022.
 - 13) 群馬県: 6月2日の降ひょうによる農作物等の被害状況 (概況報告), <https://www.pref.gunma.jp/site/houdou/27098.html> (2024年1月27日閲覧)
 - 14) 埼玉県, 水戸地方気象台: 埼玉県農業気象災害速報 (第1号), 令和4年6月2日, 3のひょう害, 16p., 2022.
 - 15) 埼玉県: 令和4年6月2, 3日の降ひょうによる農業災害の特別災害の指定について, <https://www.pref.saitama.lg.jp/a0903/news/page/news2022061401.html> (2024年1月26日閲覧)
 - 16) 深谷市農業委員会: 深谷市農委だより, No.34, 16p., 2022.
 - 17) 本庄市議会: 本庄市議会だより第70号, 12p., 2022.
 - 18) 上里町: 降ひょうによる被害状況等について (6月20日更新), <https://www.town.kamisato.saitama.jp/6043.htm> (2024年1月26日閲覧)
 - 19) 熊谷地方気象台: 令和4年6月2日に埼玉県深谷市から大里郡寄居町にかけて発生した突風について, https://www.data.jma.go.jp/kumagaya/shosai/topics/2022/20220604sokuhou_2.pdf (2024年1月26日閲覧)
 - 20) 千葉県: 千葉県農林業の動向 (平成13年度版), p.84, 2001.
 - 21) 茨城県, 水戸地方気象台: 茨城県農業気象災害速報 (第1号), 平成12年5月24日のひょうによる農業被害, 13p., 2000.
 - 22) Changnon, S. A. Jr.: Hailfall characteristics related to crop damage. *J. Appl. Meteor.*, 10(2), pp.270-274, 1971.
 - 23) Wojtiw, L. and J. H. Renick: Hailfall and crop damage in Alberta. Preprint 8th Conf. Severe Local Storms, Denver, Amer. Met. Soc., pp.138-141, 1973.
 - 24) 久保祐雄: 電害, 気象の事典, 平凡社, 436p., 1995.
 - 25) 防災科研: ひょう災害データベース, <https://mizu.bosai.go.jp/key/HDDDB> (2024年1月27日閲覧)
 - 26) 横山仁・鈴木真一・出世ゆかり・安達聖・岩波越: 近年のひょう害を例とした極端気象による農業被害対策に関する考察, 防災科研研究報告, Vol.88, pp.1-14, 2023.
 - 27) 防災科研: ソラチェック, <https://isrs.bosai.go.jp/soracheck/storymap/> (2024年1月27日閲覧)

(投稿受理: 2024年6月21日
訂正稿受理: 2024年10月6日)

要 旨

2022年6月2日1700JST頃から1900JST頃に群馬県と埼玉県で激しい降ひょうが発生した。この事例について自治体や報道機関からの情報, 学校等へのヒアリング, 防災科研が運用する気象レポートシステム「ふるリポ!」等により, 降ひょうの特徴と降ひょう被害との関係を調べた。当時, 関東地方の上空は -15°C の寒気に覆われていた一方, 相当温位が 330 K 以上の比較的高い気塊が流入し, 大気が不安定な状況にあった。降ひょう域は, 群馬県高崎市から埼玉県熊谷市にかけて, 北西から南東方向に長さ約 70 km , 幅約 17 km の範囲であった。また, 地上で確認されたひょうの大きさは最大粒径が 1 cm 未満のものから 5 cm 以上のものまでであった。この降ひょうにより, 人的被害(95人), 住家・非住家被害(概ね2,325件), 農業被害(少なくとも33億9千万円)のほか, 車両被害などが発生し甚大な被害となった。人的被害が発生した地域では 5 cm 以上のひょうが確認されており, 住家・非住家被害があった市町では 3 cm 以上のひょうが確認された。一方, 農業被害は 3 cm 未満での地域でも発生していた。また, 自動車のボディへのへこみは, 1 cm 以上のひょうが降った地域で確認された。