

1988 年北海道の主な気象災害

北大理学部 小林 文明・菊地 勝弘

1. は じ め に

1988 年の北海道における災害面から見た気象現象としては、8 月と 11 月に計 3 回発生した大雨が特筆すべきものであった。特に、8 月下旬の留萌・北空知を中心とした豪雨（菊地等, 1989 a）と、11 月下旬の道東を中心とした季節はずれの豪雨は、統計的に見ても特異な現象であり、被害額も過去の例と比べてトップクラスの金額であった。本報告では、3 例の豪雨災害の解析と、9 月 22 日札幌市内で直径 3 cm に及ぶ降雹、その後千歳市で竜巻の発生した事例（菊地等, 1989 b）について言及する。

2. 8 月 11 日から 14 日の中部以南（胆振・日高地方を中心とした）の大雨

8 月 11 日から 14 日にかけて、北海道中部以南で断続的な雨となり、特に胆振のオロフレ山系、日高山系周辺で雨量が増大し、日高、十勝、釧路の各地で被害が発生した。

この間の総観的な気象状況は図 1 に示したように、12 日 21 時（図 1 (a)）には、九州南海上に 1002 mb の熱帯低気圧があり、大陸からは前線を伴った低気圧が接近し、一方北海道東方海

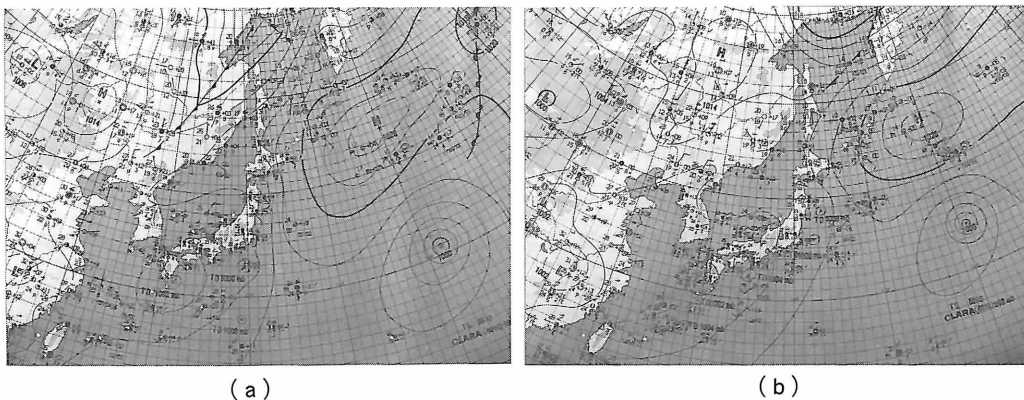


図 1. 1988 年 8 月 12 日 21 時 (a) と 13 日 21 時 (b) の地上天気図 (気象庁)。

上には高気圧が張り出していた。この高気圧の勢力は強く、停滞していたため、日本付近は大きな気圧の谷の中にあり、暖湿な南風が卓越し雨の降り易い気象状態であった。一般に、胆振のオロフレ山系南東斜面、日高、十勝の南部の大雨は秋田沖に停滞する低気圧への吹込みがその原因とされる場合（武田・菊地，1978）が多いのだが、最近，Iwanami et al. (1989) によって、北海道東方海上に停滞し、勢力の強い高気圧からの吹出しによってもオロフレ山系南東斜面にかなりの降雨をもたらすことが指摘されている。胆振、石狩南部では10日夜から、日高、十勝地方では、11日午後から雨となった。また、12日09時に熱帯低気圧が八丈島の南方で新たに発生し、ゆっくりと北上を続け13日21時には三陸沖まで達しその後消滅した(図1(b))。

図2には4日間の総降水量(札幌管区気象台，1988a)を示したが、目黒(日高)404 mm、

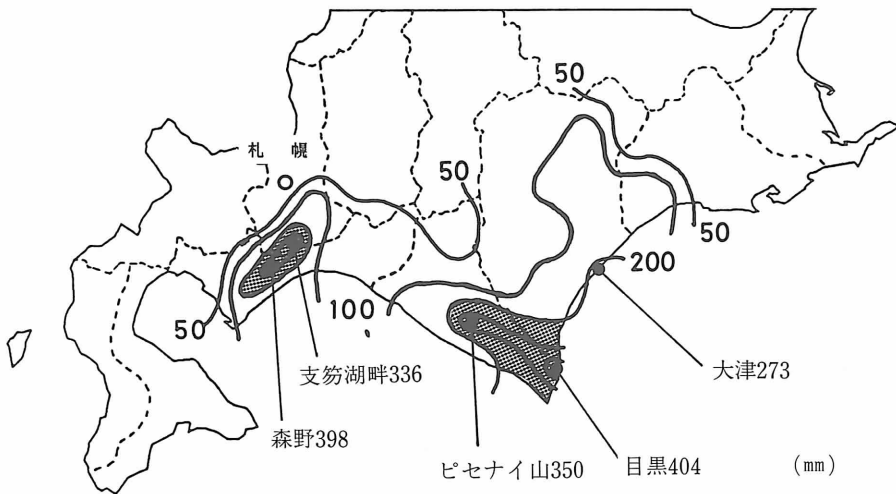


図2. 1988年8月11日から14日までの総降水量(札幌管区気象台，1988a)，影の部分は、200mm以上の領域を示す。

森野(胆振)398 mm、ピセナイ山(日高)350 mm、支笏湖畔(石狩)336 mm、カルルス(胆振)298 mm、中杵臼(日高)297 mm、幌満(日高)259 mm、広尾(十勝)218 mmなどで、特にオロフレ山系の南東斜面、日高山系の南東、南西斜面での降雨の集中が特徴的であった。

図3は札幌管区気象台(1988a)のレーダー画像であり、8月12日00時頃からエコーは太平洋岸に侵入し始め、南からの移流を続け全体として北上していった(a, b, c)。これらのエコーがぬけたあと、13日にかけて新たなエコーはその侵入経路を多少東側に変え、主として日高地方に次々入りこんだことがわかる(d)。これらのエコーの動きに対応して雨量の多かったAMeDAS 5地点(図2の黒丸)の1時間降水量の変化を詳しく見ると(図4)、石狩南部の支笏湖畔、胆振の森野では、12日12時から18時にピークを迎え、日高山系周辺の3地点では13日から14日にかけてさらに数回のピークを示していた。支笏湖畔では、12日15時からの1時

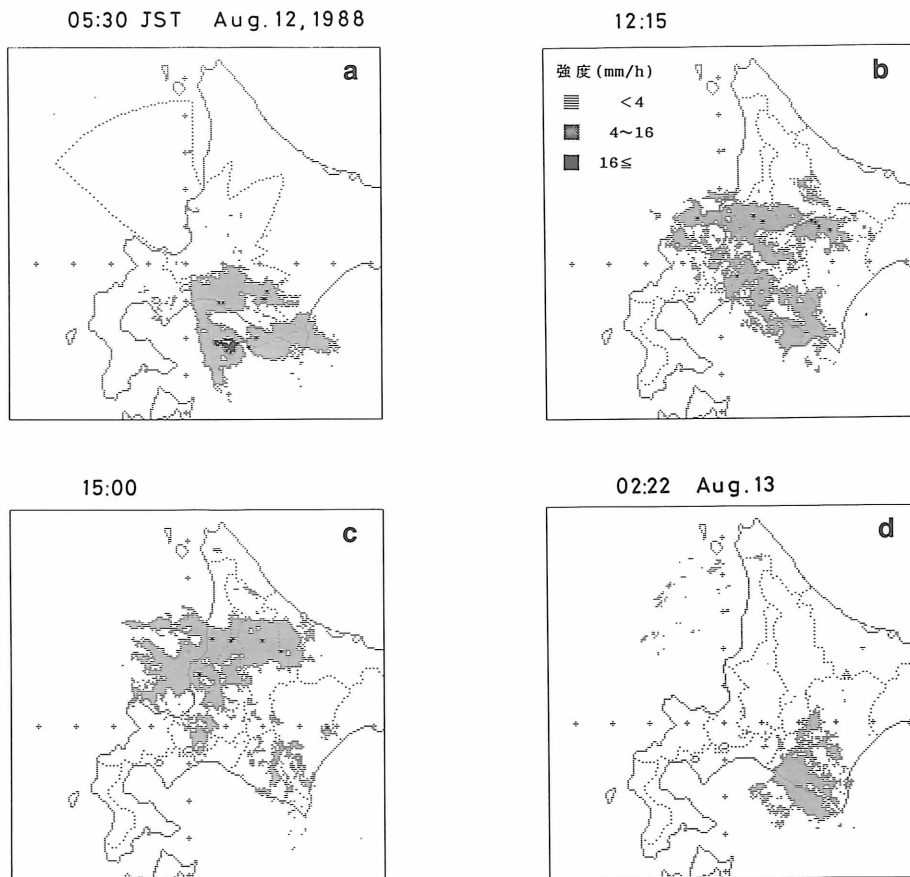


図3. 札幌管区気象台のレーダーエコー図（札幌管区気象台，1988 a）。

間に 52 mm，3 時間に 108 mm の集中豪雨を記録し，支笏湖畔の日雨量 251 mm(12 日)，日高の目黒 205 mm(13 日)，十勝の大津 150 mm(13 日)は AMeDAS 観測以来第 1 位の記録となった。

武田・菊地（1978）はオロフレ山系と日高山系の降雨パターンを山系との位置関係から，“南東斜面”，“海岸地域”，“北西斜面”の 3 つに分類し，この 3 つの位置でのオロフレ，日高両地域の大雨の頻度の相関は高く，両山系の降雨は同じ機構による場合が多いことを議論した。また，近野・菊地（1981）はメソネットワークの観測からオロフレ山系周辺の降雨を，“山岳性降雨”，“海岸性降雨”，“均一降雨”，“北西斜面型降雨” “その他”の 5 種類に分けられることを示した。このオロフレ山系の降雨パターンの相違は，一義的には下層の風系により決定され，特に山岳性降雨に関しては南東風卓越が必要条件だといえる（Kikuchi et al., 1988）。統計的には，秋田沖に低気圧が位置する時南東風が卓越し，大雨が発生する頻度が高い。今回の事例は

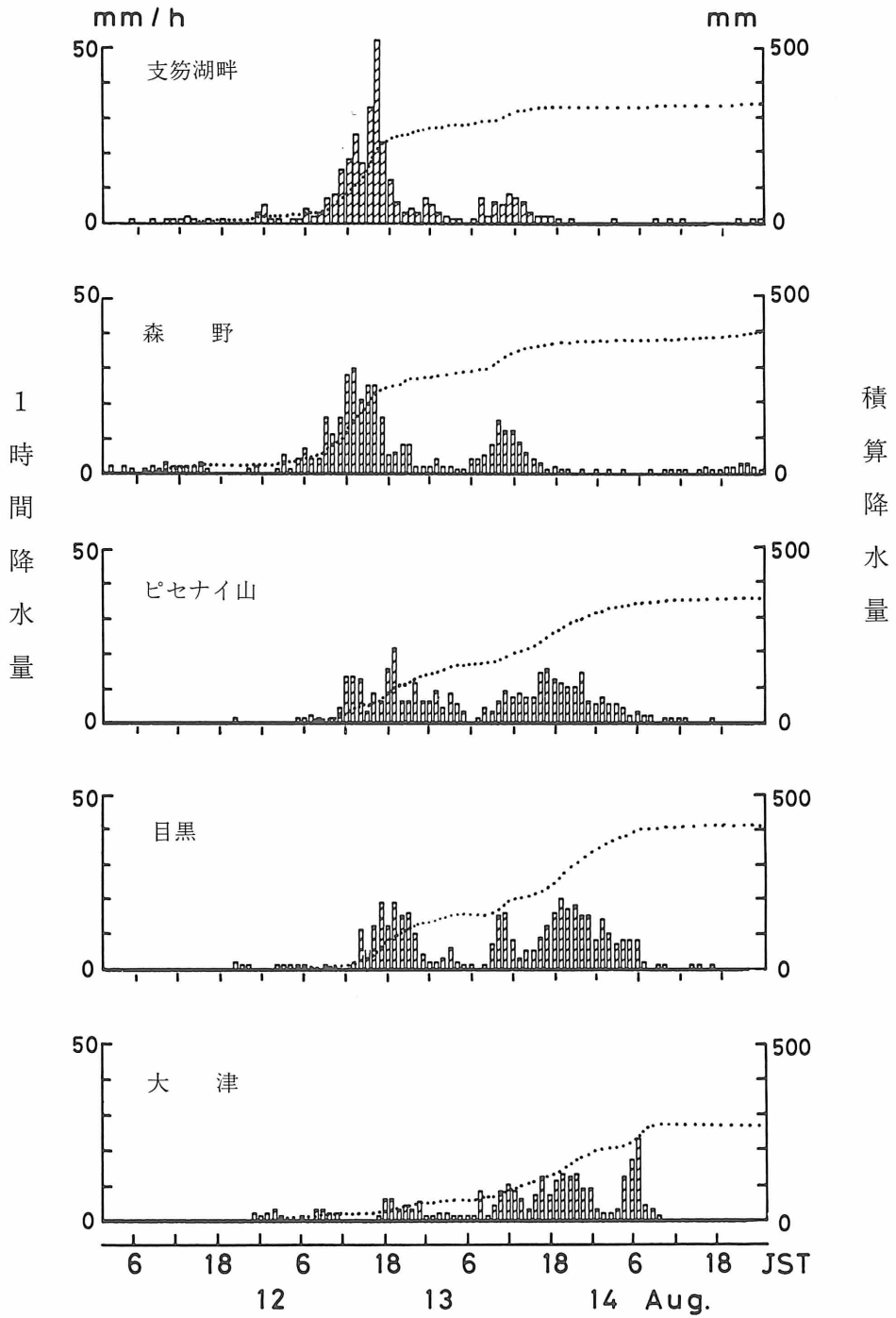


図4. AMeDAS 5 地点の 1 時間降水量 (ヒストグラム) と積算降水量 (点線)。各地点は図 2 を参照。

総観的には典型的パターンとは異なっていたが、寒冷前線接近に際して南東風が強まり、さらに前述の三陸沖まで北上した熱帯低気圧と北海道東方海上の勢力の強い高気圧の影響で南寄りの風が強まり、結果として雨雲が次々と太平洋岸に侵入したと考えられる。地上の風系は前線と熱帯低気圧との相対的位置関係により変動したと考えられ、そのため日高山系の西側（ピセナイ山）、南東側（目黒）、東方（大津）での降水のピーク時に大きな違いが生じたのである。

オロフレ山系南東斜面は札幌管区気象台のレーダーからは山影になりデータは得られない（図3（a）の点線内がレーダー探知範囲）ので詳しい議論はできないが、エコ全体としてはエコトップが6 km から8 km、降水強度4 mm/h 以下の弱い層状性エコの中に一部対流性エコが含まれており、今回のオロフレ山系における豪雨は大規模な擾乱通過時に南東斜面で降水が増幅された山岳性降雨であったと結論づけることができる。

今回の大雨による被害は胆振地方よりは、むしろ日高、十勝、釧路の3支庁で多く発生した。日高地域の400 mm という降雨量は、年平均値の3分の1にも匹敵し、被害総額も日高支庁が16.9 億円と最も大きかった。表1の項目別被害状況から明らかなように、今回の被害はその大部分が道路、河川などの土木被害で占められていた。

表1. 1988年8月12日から14日の被害状況.

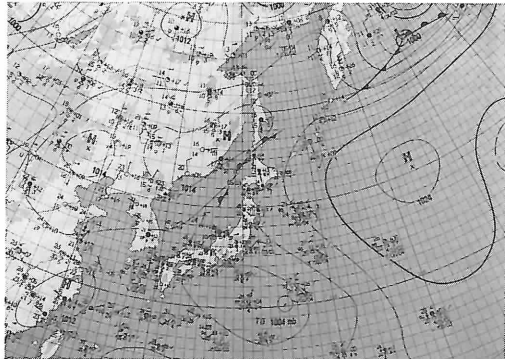
	人 的 被 害				住 家 被 害					非 住 家 被 害			農 業 被 害					
	死者	負傷者		計	全 壊	半 壊	一 部 破 損	浸 水		計	全 壊	計	計	農地・農作物		施 設	その他	計
		重傷	軽傷					床 上	床 下					田	畑			
被害 数	人	人	人	人	棟 一世帯一人	—	—	—	8	棟 8世帯8人	—	—	棟 —	ha	ha	カ所	—	—
被害額	—	—	—	—	—	—	—	—	0	千円 0	—	—	千円 —	—	—	487,113	—	千円 487,113
被害率	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20.2%

	土 木 被 害				水 産 被 害				林業被害	衛生施設被害	商工被害	文教被害	その他被害	合 計
	道 河	路 川	橋 梁 その他	計	漁 船	漁 具	施 設 その他	計	治 林 山 道	水 病 道 院	—	学 校	—	
被害数	カ	カ	カ所	カ所	隻	件	件	件	カ所	カ所	件	校	—	—
被害額	1,871,800	—	5,000	千円 1,876,800	—	—	6,115	6,115	千円 44,000	千円 600	千円 —	千円 —	千円 —	千円 2,414,628
被害率	—	—	—	77.7%	—	—	—	0.3%	1.8%	0.0%	—	—	—	100%

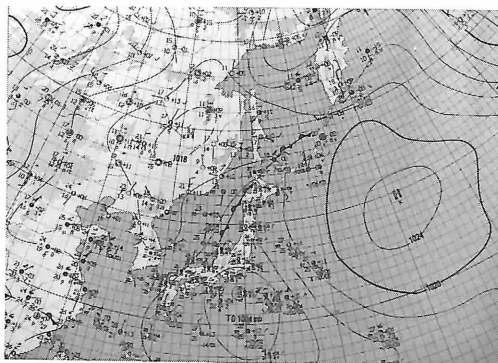
（道防災消防課調べ：最終報告）

3. 8月24日から27日にかけての留萌、北空知を中心とした大雨

8月24日から27日にかけて、北海道の西方日本海上に停滞していた前線の影響で全道的に雨となり、特に25日午後から26日午前中にかけて留萌地方南部から空知地方を中心に雷を伴った強い雨が降り続き、この豪雨により河川の氾濫が相次ぎ、住宅浸水6,000戸にも及び同



(a)



(b)

図5. 1988年8月24日21時(a)と25日21時(b)の地上天気図(気象庁)。

地方では過去に例を見ない災害になった。

図5, 6にはこの大雨時の地上、高層天気図を示してあるが、北海道の東方太平洋上に居座っていた高気圧と大陸上の高気圧の間の気圧の谷である北海道西海上に24日から停滞前線が存在し、気圧配置にあまり変化がなかったためこの前線は25日から26日にかけて非常にゆっくりとした速度で北海道上空を

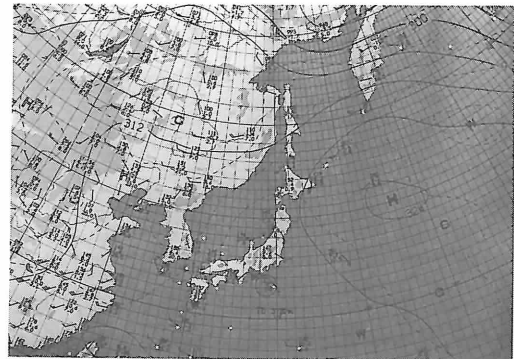


図6. 1988年8月25日21時の700mb天気図(気象庁)。

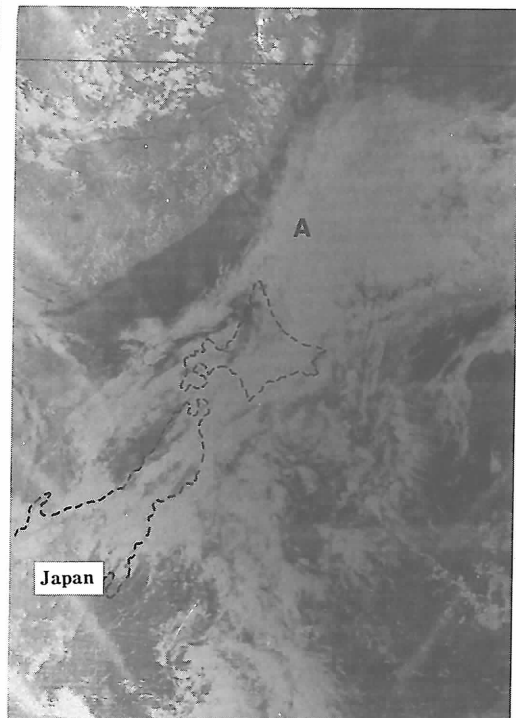


図7. 1988年8月26日15時07分のNOAA 9号可視画像。点線は日本列島の位置を示す。(北大理学部気象学研究室)。

横切る形となった。また、本州南方の熱帯低気圧は北西進し、それに伴って南からの暖湿気が前線に向って流れ込み、前線が活発化した。図6の25日21時の700 mb 天気図からわかるように、北海道の南東側が暖域、大陸には0℃の寒気が存在し、前線付近では強い温度勾配になり大気が不安定だったことが示唆される。実際、北大理学部で受信した8月26日15時07分の気象衛星NOAA-9号の可視画像を見ると(図7)、サハリンから本州へ達する、前線に相当する幅の広い厚い雲が確認でき(図中A)、北海道は全域この雲に覆われていたことがわかる。

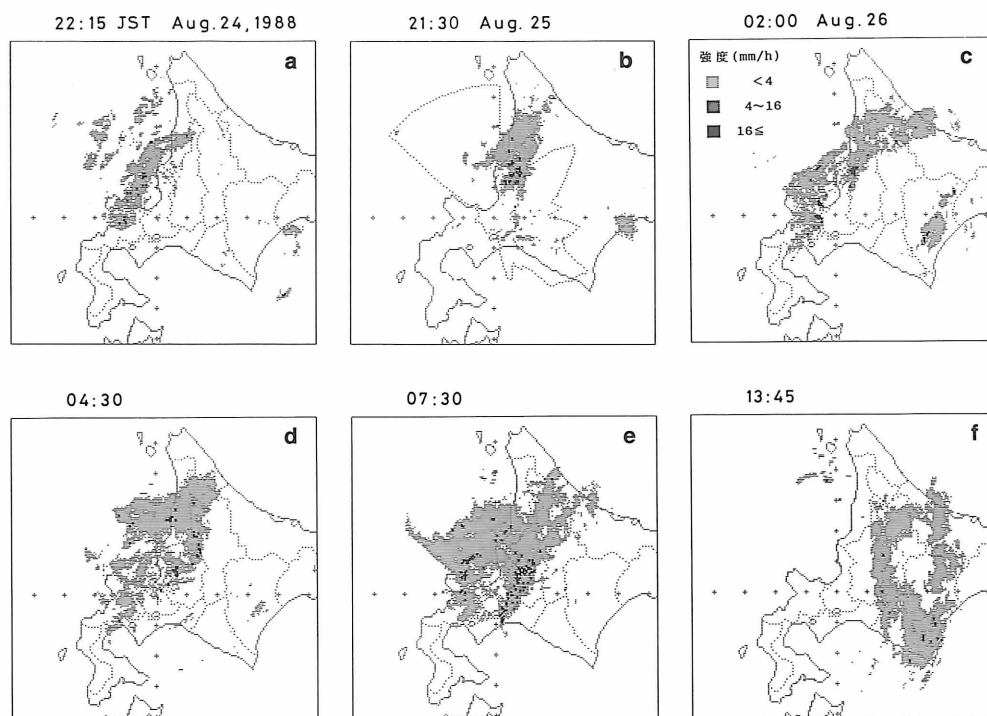
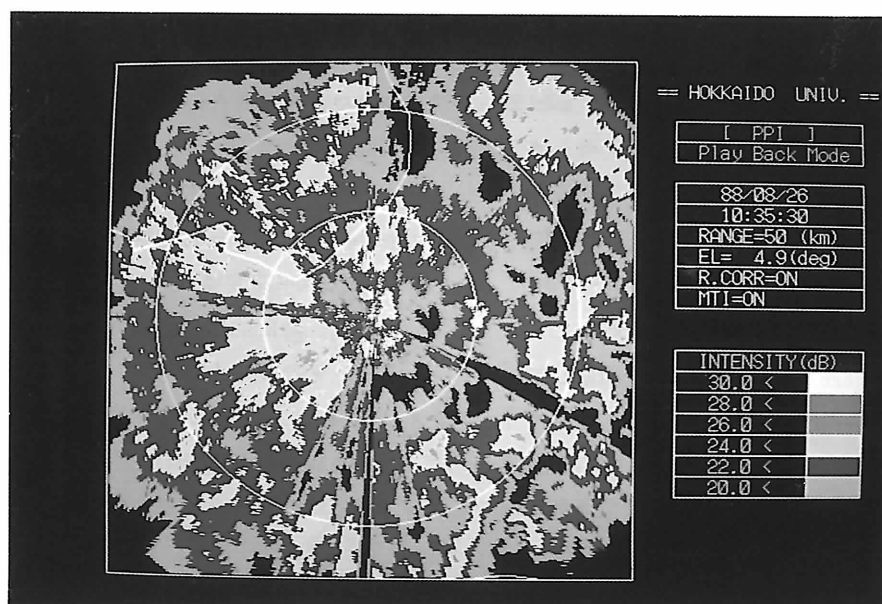
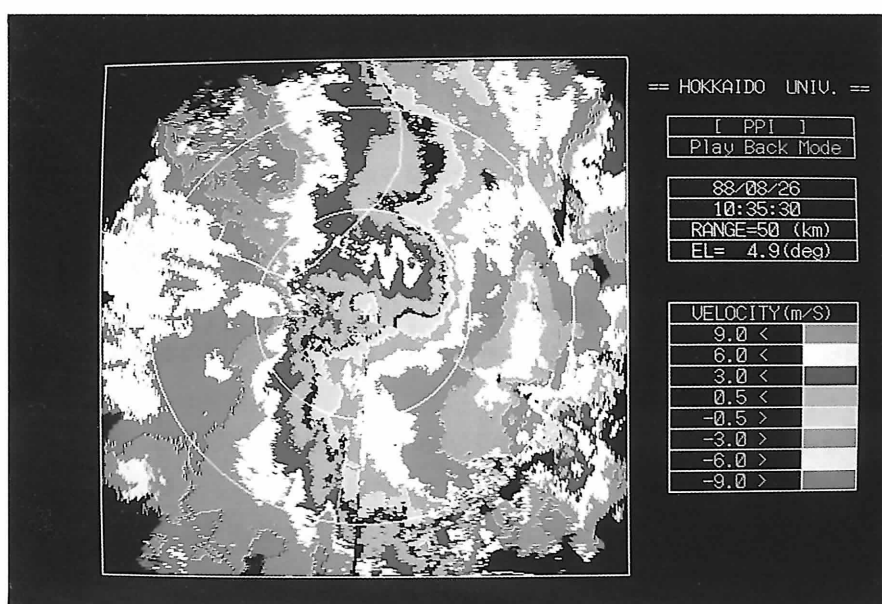


図8. 札幌管区気象台レーダーエコー図(札幌管区気象台, 1988b)。

図8に示した札幌管区気象台(1988b)のレーダーエコーを追っていくと、24日午後から日本海上にエコーが現われ始め、エコーシステムは図中aのように前線と平行にバンド状の形状を呈していた。各々のエコーはバンドに沿って北東に移動し、降雨もこの日は西部の後志、留萌地方中心に、余市49mm、蘭越43mmなどを記録した。このエコーは一旦は弱まったが、25日の午後から再び内陸部で顕著になり北海道の西部が広い範囲で降雨域となって、各地で雷を伴った短時間強雨が観測された。札幌でも25日19時からと26日04時から強い雷雨が観測され、このような各地における雷雨は、バンド内に点在する降水強度16mm/h以上の最も強い対流性セルによってもたらされたと考えられる。このようなパターンは、エコーが東へぬける26日午後までほぼ1日続き、絶えずエコーの侵入した留萌南部と空知北部では降水量が増大し、

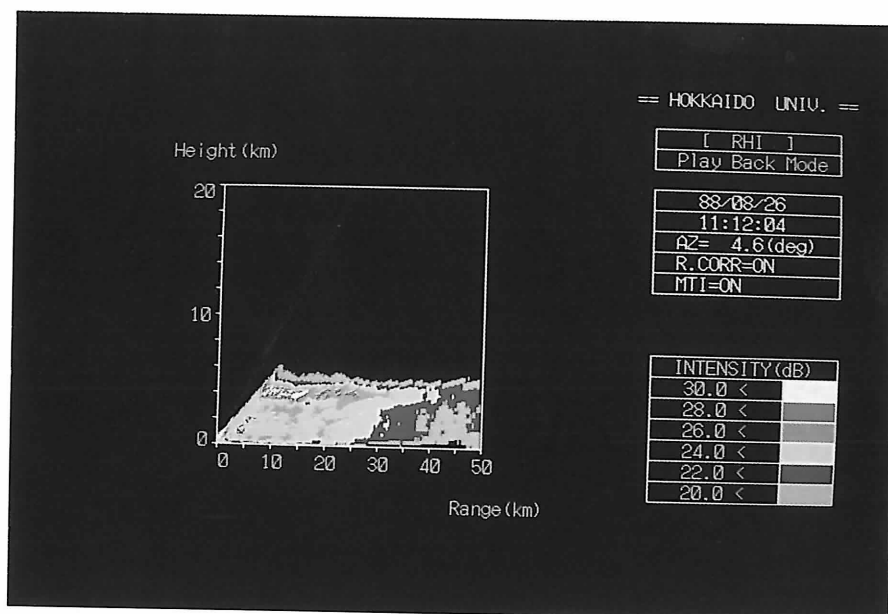


(a)

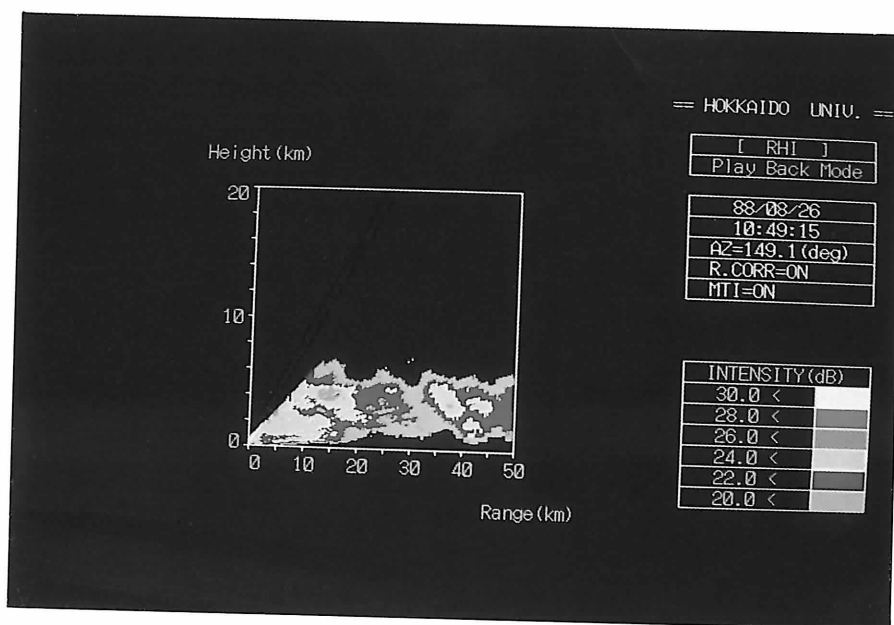


(b)

図11. 北大理学部レーダー画像。1988年8月26日10時35分のPPI画像：反射強度 (a) と水平速度 (b)。レンジは20kmと40kmを示す。
11時12分 (c) と10時49分 (d) のRHI画像。



(c)



(d)



写真 3. パワーショベルに乗って避難する人々 (26日午前11時, 留萌市末広町)。(北海道新聞社提供)

ha) が大きく (38%), 崖崩れ, 土砂崩れ, 橋梁の被害などの土木被害 (34%) が相次いだ (写真 1, 2, 3,)。このため道および 24 市町村に, “災害対策本部” が設置され, 留萌市と空知管内の北竜町, 沼田町には, “災害救助法” が適用された。尚, この事例は, 文部省科学研究費重点領域 (自然災害) の突発災害に採択され, 成果報告書が刊行されている (岸, 1989)。

4. 11 月 24 日, 25 日の道東を中心とした暴風雨

11 月 24 日から 25 日にかけて, 発達した低気圧の通過により, 石狩南部と道東で 11 月としては記録的な豪雨が記録され, 特に道東では暴風雨のため河川の氾濫, 強風被害等多大な被害が発生した。

11 月 24 日 21 時 (図 13 (a)) に, 朝鮮半島付近で発生した低気圧が北海道西岸に達した時は 992 mb となり, また一方沖縄付近で発生した低気圧は前線を伴い北東進し, 三陸沖に達し 992 mb まで発達した。700 mb 面でみると (b), -27°C という寒気を伴った勢力の強い低気圧の通過時に当たっていた。

低気圧に吹きこむ強い雲バンドの侵入した石狩, 胆振から降雨は始まり, 24 日には全道に広がった。総降水量は支笏湖畔 199 mm, 大滝 190 mm, 十勝の大樹で 252 mm, 釧路の阿寒湖畔

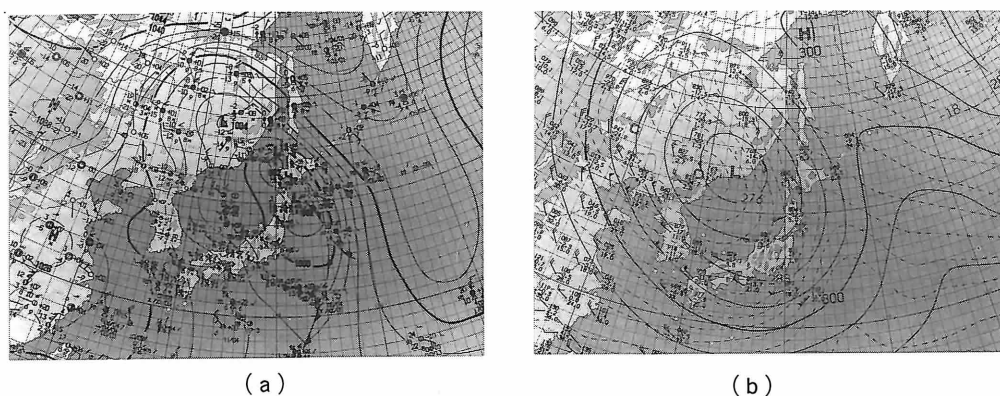


図13. 1988年11月24日21時の地上天気図 (a) と700mb天気図 (b) (気象庁)。

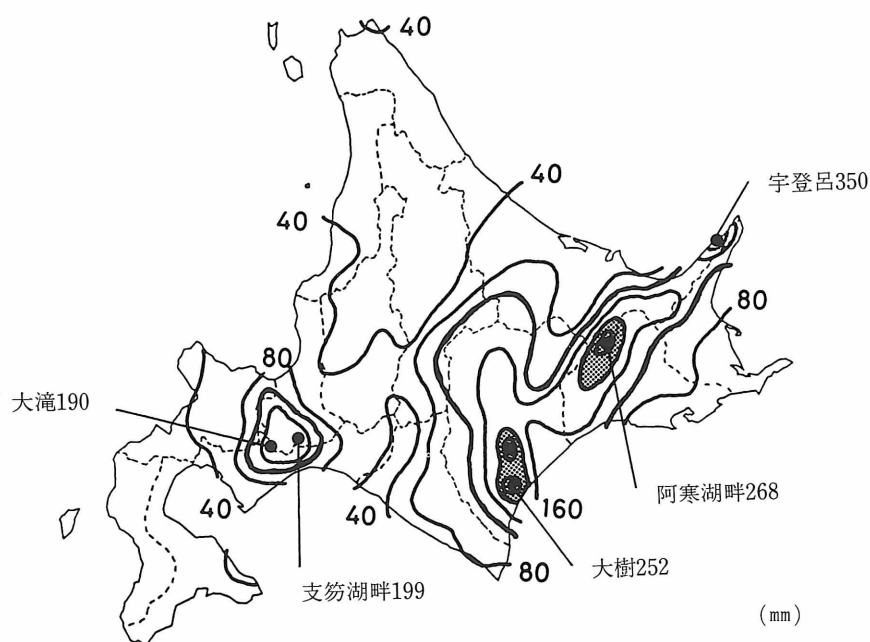


図14. 1988年11月23日から25日の総降水量 (札幌管区气象台, 1988c)。

で268 mm, 網走の宇登呂で350 mmに達した。各地の雨量は、この時期としては特異であり、札幌の日降水量82.5 mm (24日) は11月の記録としては観測史上第2位となり、また帯広の174 mmは史上第1位を記録した (図14, 写真4)。

低気圧の発達に伴って各地で強風が観測された。道内の主な地点の最大瞬間風速とその起時は以下のとおりである。

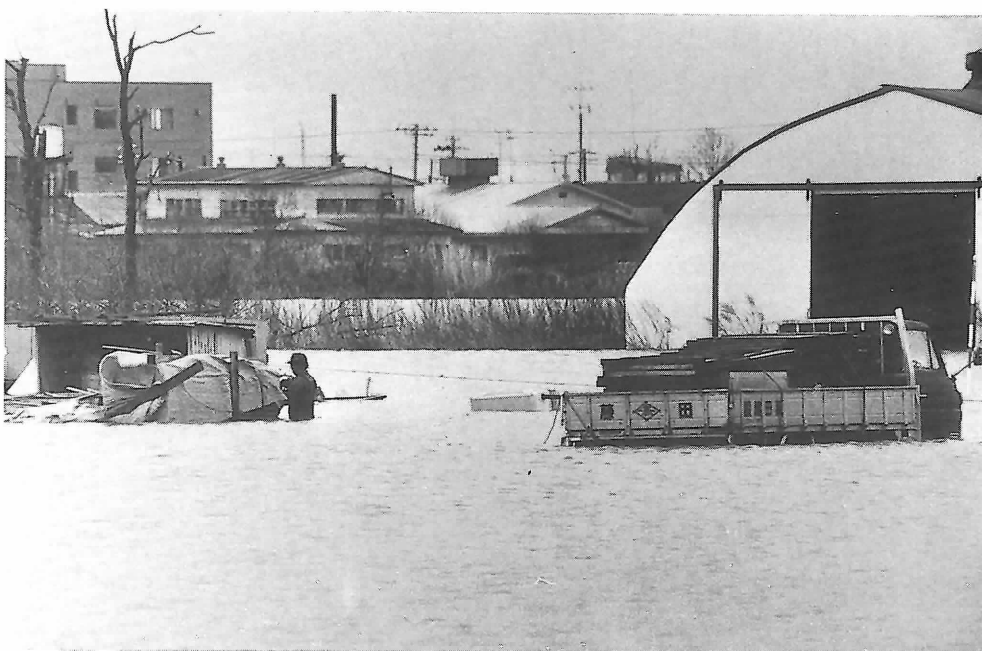


写真 4. 戻辺川の決壊で床上浸水した釧路管内白糠町市街の住宅地
(25日09時50分)。(北海道新聞社提供)

稚内：	31.9 m/s	(ESE)	24 日	15：44
留萌：	31.3	(ESE)		15：16
札幌：	16.2	(SE)		08：24
浦河：	33.3	(ESE)		14：04
網走：	27.5	(ESE)	25 日	00：54
釧路：	34.5	(ESE)		00：50

いずれの地点も低気圧への吹きこむ南東風が顕著であり、降雨をもたらしたエコーも層状の中に対流セルの混在した形で侵入したことがわかる（釧路地方气象台レーダー、図略）。

被害状況をみると（表 3），土木被害が全体の 50%以上を占め，林業被害も目立った（16%）。また強風による漁船の破損など道東の水産被害もかなりの額に達したことがわかる。被害総額も 224 億円と第 1 級の災害となり，被害報告のあった 12 支庁のうち十勝支庁が 172 億円（77%）と集中し（図 15），道東一帯が多額の被害をこうむった。

表3. 1988年11月24日, 25日の被害状況.

	人的被害				住家被害						非住家被害			農業被害				
	死者	負傷者		計	全壊	半壊	一部破損	浸水		計	全壊	半壊	計	農地・農作物		施設	その他	計
		重傷	軽傷					床上	床下					計	畑			
被害数	人	人	人	人	棟一世帯一人	3	231	70	368	棟672世帯747人				ha	ha	カ所		
	-	-	-	-		3	289	74	381	人2,250	14	5	19	-	410	870	-	
被害額	-	-	-	-		5,700	39,783	20,031	1,580	千円67,094	5,615	500	千円6,115		1,480,000	3,200,882	10,484	千円4,691,366
被害率	-	-	-	-						0.3%								20.9%

	土 木 被 害			水 産 被 害				林業被害	衛生施設被害	商工被害	文教被害	その 他 被害	計
	道路河川	橋梁その他	計	漁 船	漁 具	施 設 その他	計	治 林 山道	水 病 道院	—	学 校	—	
被害数	カ所 502	カ所 14	カ所 516	隻 87	件 158	件 370	件 303	カ所 303	カ所 11	件 54	校 35	13	—
被害額	11,801,100	493,534	千円 12,294,634	45,090	1,024,378	493,380	千円 1,562,848	千円 3,664,890	千円 25,637	千円 54,437	千円 18,937	千円 7,570	千円 22,393,528
被害率			54.9%				7.0%	16.4%	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%	100%

(道防災消防課調べ：1988年12月17日現在)

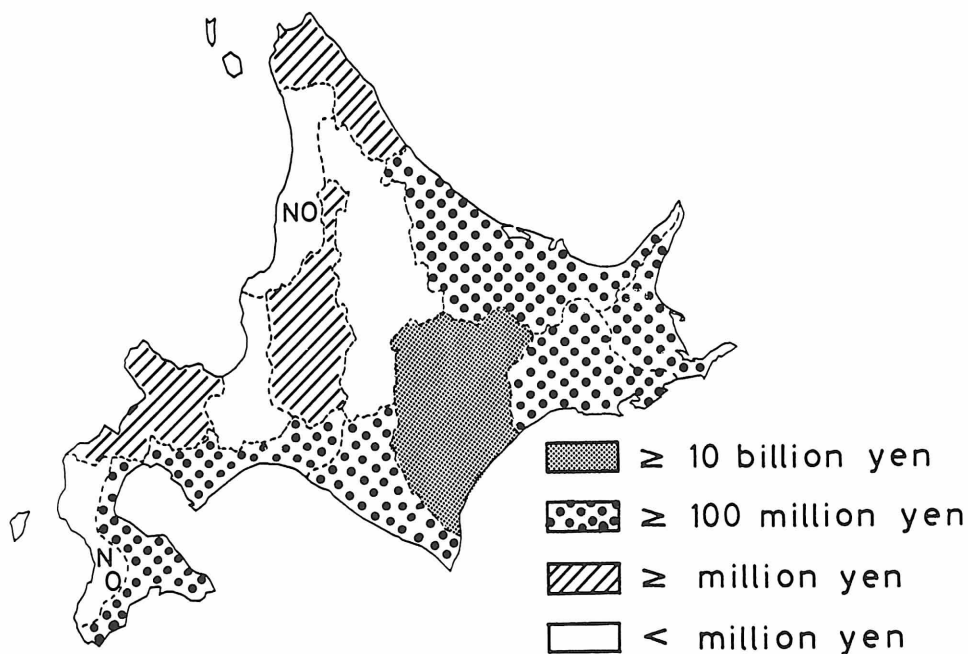


図15. 1988年11月24, 25日の支庁別被害額.

5. 9月22日の札幌の降雹と千歳の竜巻

ここでは特に顕著な被害はなかったが、突発災害現象として札幌の降雹と千歳の竜巻について報告する。

9月22日11時30分頃から、札幌の中心部は、日中というのに異様な暗さと、突然の強雨に見舞われた。当日夕刻のテレビ、新聞等は市の東部で直径3 cmを超える降雹のあったことを報じた。直径3 cmの雹粒は少なくともこれまでの北海道では稀であることから、降雹の範囲および各地での大きさを把握するために、北大理学部ドップラーレーダーデータをもとに、最大エコー強度を記録したコースを挟む札幌市および石狩、空知支庁管内の各学校を対象にして、降雹の有無およびその時間と雹粒の大きさ等についてのアンケート調査を行なった。図16はその結果を示している。この図から、少なくとも降雹は直径数 km に及ぶ範囲の複数の地域であったことがわかる。幸い、地域的にも季節的にも農作物等への顕著な被害はなく幸運であった。図17は札幌市白石区で採集された雹粒である。

この一連の降雹をもたらしした積乱雲の東進によって、13時15分頃千歳市中央長都沼付近で図18に示すような竜巻が発生した。9月23、24日と、北大理学部ドップラーレーダーをもと

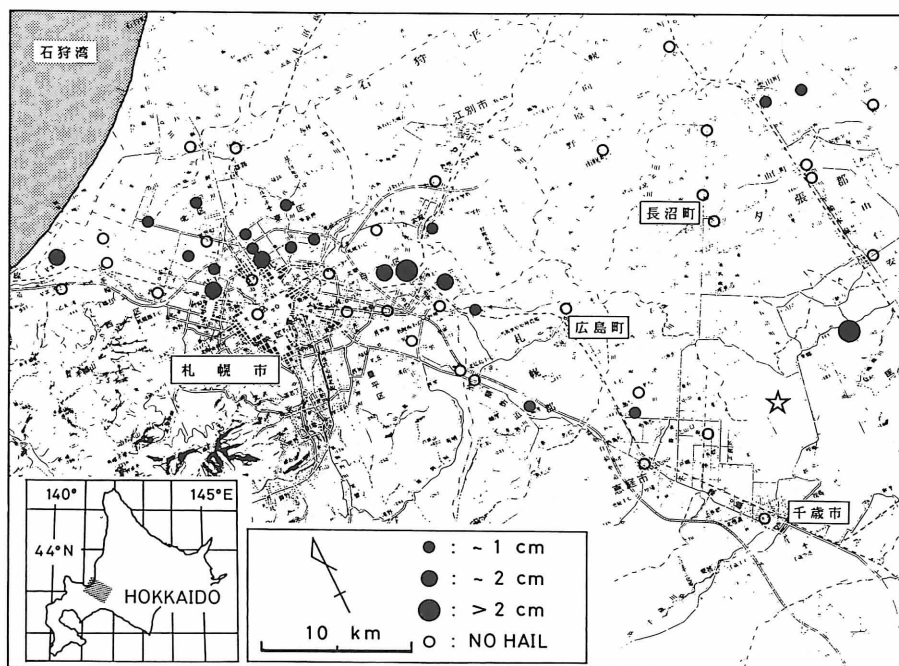


図16. 1988年9月22日の札幌市およびその周辺の降雹分布図。星印が竜巻発生地点を示す。
(約60校の小、中、高校へのアンケート調査に基づく。)

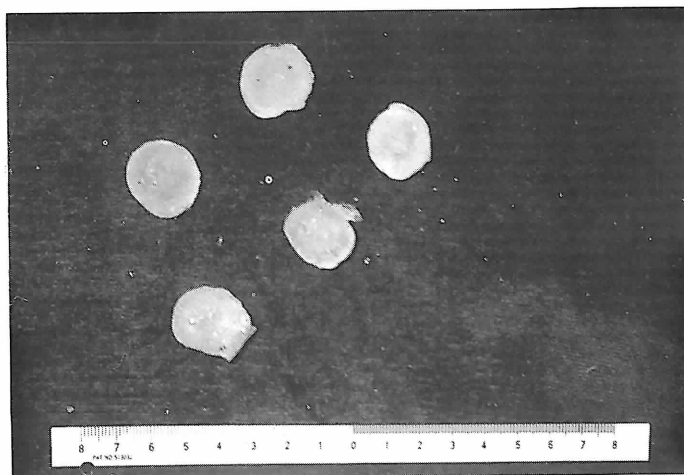


図17. 1988年9月22日12時30分頃、札幌市白石区厚別西3条1丁目付近でサンプリングされた雹粒(直径2.2cm)。(撮影；上田博氏)

に、発生現場の調査を行なった。その結果、現場付近に明らかな竜巻の軌跡を確認することができた。図16の星印は発生現場を示している。幸い、この付近は休耕田や収穫の終わったビート畑等が多く、1985年9月10日午後、この現場に隣接する広島町で発生した竜巻(小林他, 1987)に比べて被害はなかった。

竜巻発生域の現地調査の際、発生域近くで土木工事中の建設会社と、近くの住宅で、35ミリカメラによる竜巻の連続写真、また隣接する長沼町の長沼中央小学校ではビデオカメラによる撮影も行なわれており、これらの資料の提供を受けることができた。北大理学部ドップラーレーダーによる解析から、竜巻の母雲の直径は約10 km, 水平風速シヤーは約 $6 \times 10^{-3} \text{s}^{-1}$ であった。

謝 辞

本研究にあたり、各災害の被害状況の資料を提供していただいた北海道防災消防課、気象データを提供していただいた札幌管区气象台、および本文写真1から4の各災害時の報道写真の使用を許可して下さった北海道新聞社に謝意を表します。また、竜巻、降雹の調査の際、アンケートに回答あるいは資料を提供していただいた、札幌市内および周辺の中小高等学校および個人の方々に感謝します。



(a)



(b)

図18. 千歳市中央長都沼付近で発生した竜巻。発生初期 (a) と最盛期を過ぎた竜巻 (b)。発生時刻は13時10分前後、ライフタイムは20分程度と推定された。(撮影; 高間裕一氏)

参 考 文 献

- 播磨屋敏生・菊地勝弘, 1983. 1981年8月上旬北海道豪雨の解析 (I) —豪雨の微細構造と形成—, 北海道大学地球物理学研究報告, **42**, 15—25.
- Iwanami, K., K. Kikuchi and T. Taniguchi, 1989. A case study of heavy rainfalls from the shallow orographic precipitating clouds in the Orofure mountain range, Hokkaido, Japan. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. VII (Geophysics), **3**, 281—299.
- 菊地勝弘・播磨屋敏生・足立 崇, 1989 a. 豪雨の気象学的特性の調査. 昭和63年度文部省科学研究費 (自然災害突発研究) 研究成果報告書 (研究代表者, 岸 力) (印刷中).
- Kikuchi, K., N. Horie, T. Harimaya and T. Konno, 1988. Orographic rainfall events in the Orofure mountain range in Hokkaido, Japan. J. Met. Soc. Japan, **66**, 125—139.
- 菊地勝弘・上田 博・小林文明・岩波 越・城岡竜一・高橋暢宏・松浦 馨, 金村直俊, 1989 b. 札幌付近に発生した降雹と竜巻, 天気, **36**, 215—217.
- 岸 力, 1989. 昭和63年8月北海道中西部 (留萌, 空知地域) の豪雨災害調査. 昭和63年度文部省科学研究費 (自然災害突発研究) 研究成果報告書 (印刷中).
- 小林文明・岩波 越・菊地勝弘, 1987. 1985年9月10日北海道広島町に発生した竜巻について, 北海道大学地球物理学研究報告, **48**, 17—33.
- 近野好文・菊地勝弘, 1981. 北海道オロフレ山系南東斜面の降雨特性 (I) —降雨量分布—. 北海道大学地球物理学研究報告, **39**, 1—18.
- 札幌管区气象台, 1988 a. 昭和63年8月11日から14日の弱い熱帯低気圧による北海道地方中部以南の大雨. 災害時気象速報 (号外), pp. 12.
- 札幌管区气象台, 1988 b. 昭和63年8月24日から27日にかけての前線による北海道西部を中心とした大雨. 災害時気象速報 (第1号), pp. 23.
- 札幌管区气象台, 1988 c. 昭和63年11月24日から25日にかけての低気圧による北海道東部を中心とした大雨と暴風. 災害時気象速報 (号外), pp. 19.
- 武田栄一・菊地勝弘, 1978. 北海道の局地的大雨 (I) —年間降水量に対する大雨の寄与について—. 北海道大学地球物理学研究報告, **37**, 19—29.