報 文

東風雪による災害¹⁾

1990年4月の場合

ト 蔵 建 治²⁾

1. はじめに

1990年4月東北地方の北部太平洋側では14日の雨が雪に変わり、15日に積雪は平野部の多い所で20cmを越えた。

青森県で特に積雪の多かった十和田市を中心とする上北地方では550棟近い水稲育苗用のハウスが被害を受け、青森県全体では水稲育苗以外に花き、野菜栽培用のものも含めて1241棟のハウスが倒壊し、被害額は1億8千5百万円とみられている。これだけでは、季節外れの春の大雪による災害で関東以北の太平洋側では年による差こそあれ毎年のように発生する災害であり、珍しくもないといつかたづけられよう。ここで、注目したいのは岩手県の北上山地の標高1000m付近の尾根筋を中心とした落葉樹林で着雪により枝折れが多発するといった、近年まれな雪害にみまわれた(図1)。最近、太平洋側に降る春の大雪のため低地でスギ、アカマツ林で被害が発生したという報告(小野寺他, 1987(a), (b); 松岡, 1988)はあるが、1000mを越える高地での落葉樹林の被害が報告された例は見当らない。

この点で、本年の「東風雪」による山地雪害の特徴があり、本報告では「東風雪」の気象特性と被害にいたる異常気候についても検討した。なお、青森県野辺地町(当時は南部藩)の旧家の家伝書らしい書類に、慶応3年に「今年の2月(3月新暦)始め頃東風雪(ヤマセユキ)が2日も降り続いたため木の枝がたくさん折れました。こんな年も大豊作であるといわれてきましたところ間違いなく、評判どうりの稔りで前年の年(安政5年)と同様の豊作となりました。」(野辺地町郷土歴史研究会, 1985)と記されている。

2. 東風雪(ヤマセ雪)の語源

著者は水稲冷害の主因としてオホーツク海高気圧より吹き出す北東気流の特性について検討してきた。気象用語では北東気流と云われる太平洋から吹いてくる夏季の寒冷な風で稲作に被害を及ぼす風を現地では「ヤマセ」と呼ぶ。この「ヤマセ」の語源を明らかにするうちに先の古文書に出会った。当時の文章らしく漢字を主体とした文中で東風とあるものをヒガシカゼと発音したか「ヤマセ」と発音したかは定かではない。

しかし、先の書物に示された「東風雪」を「ヒガシカゼユキ」とか「トウフウセツ」とは発音しなかった証拠がある。今日、野辺地町には冬の季節風(西よりの風)で降る雪について特にそれらしい呼び方はないが、太平洋の方(東方)から吹きつける風で雪が降ると「今日はヤマセ雪が降る」という。「東風雪」が表意文字であるとするなら、「東風雪」は今日この地方の方言として使われている「ヤマセ雪」に相当すると考えられる。

この古文書は、「東風雪」が降ると豊作になるとはっていない。明治2年の場合には、「3月1日から東風が吹き雪が少々降り、2日朝には五、六寸積もり、夕暮まで雪が降りつづいた。」と記されているが、この雪で枝折れが生じたとは記してはおらず、この年はこの地方が大冷害であったことを克明に記している。したがって、慶応3年のように木の枝が折れるといった現象(被害)を伴う「東風雪」のある年は豊作が予測されと考えられていたと言えよう。1990年も、東風雪による雪害とその後も続いた異常高温によりもたらされた豊作がこの言い伝えに良く合っている点で興味深いものがある。

3. 被害地域と概要

1990年4月15日の東風雪による被害地域を図示すると図2のようであり、上北地方の平野部におけるビニールハウスの被害(図中の網目地域)と岩手県の山地におけるダケカンバやブナを主体とする落葉樹の山林被害にわ

1) Disasters caused by YAMASE snow in April 1990

2) 弘前大学農学部 〒036 弘前市文京町3
(Takeharu BOKURA, Faculty of Agriculture, Hirosaki University, Hirosaki 036, Japan)

図1 1990年4月の東風雪の災害
十和田市におけるビニールトンネルの倒壊（北里
大学獣医地区畜産学部、皆川秀夫氏の撮影）
ブナ林の枝折れ（写真家、千葉克介氏の撮影）

図2 東風雪による被災地域と気象観測点
網目地帯はハウスの倒壊を主体とする被災地
数字はダケカンバ、ブナなどの枝折れのあった山
地（山林被災地）で主な山岳名を示す。1：大岳
（1585m）、2：御鼻部山（1011m）、3：白地山
（1034m）、4：折爪岳（852m）、5：西岳（1018
m）、6：平庭岳（160m）、7：安塚森（1263m）、
8：茶臼台（1140m）、9：遠島山（1283m）、9
：七兵衛頭（1163m）、10：御大堂山（1186m）、
11：阿部館山（1218m）、12：害鷹森（1385m）、13
：峠ノ神山（1230m）、15：高滝森（1160m）

けられる。山林被害で北は八甲田山系の東斜面に見られるのを始め十和田外輪山の標高1000m近い山（御鼻部山、白地山）から北上山地の北部から中央の1000m近い尾根に広がっており、その範囲はJR山田線より北の地域が主で高滝森（図2の15）は最南端である。その他の平野部でもスギ、アカマツなどの経済林での被害も見掛けられるが面積的には少ない。ただ、被害の程度を何処まで厳密にみるかにより被害域は広がることも考えられる。被害域が人間の入り難い尾根筋の保安林であることや、経済性の低い樹種が大部分であることもあって被害額を算出したり、被害面積を正確に把握することは遅れている。

被害地域において折れて落下した枝や垂れ下がった枝が道路交通を直接防げる場合（図2の2）、道路管理の立場（土木管理事務所）から除去されたが、そこを外れるとほとんど手が着けられていないのが現状である。

なお、現地における被害の詳細については一連の報告（大原他，1990；栗田他，1990；松岡他，1990）を参照されたい。しかし、山林被害を単に製材原料の損失だけから

評価するのであれば、森林のもつ国土の保全機能の面で不安が残る。30年以上も昔なら製材としての価値はなくても、薪炭材料として処理されたであろうが、今日では山中にそのまま放置されている。1983年東北地方に発生した大規模山林火災の被害調査ではスギ林などで枝打ちや間伐作業の残がいかが堆積していたのが災害の拡大の要因と指摘された（ト蔵，1983）が、今回の大量の枯れ枝の堆積が同じ結果にはならないとする保証はない。

また、これらの枝が何かの作用（なだれ、大雨など）で沢を埋め沢水をダムアップしたりすることになれば、他の災害の素因ともなりかねない。また、林帯を構成する樹木にこれだけ大きな枝折れが生じたことから林帯全体の受光状態、物質拡散などの面で生態系にあたる影響についても十分な理解も必要と考えられる。国有林をめぐって環境保護とか生態系の管理が叫ばれて久しいが、こうした災害に対する現地での事後処理のあり方について十分な検討が必要と言えよう。

図3 東風雪による被害発生前後の地上天気図

4. 天気概況

東風雪の降った4月15日前後の天気図を図3に示す。14日関東南岸には温帯低気圧を伴った前線があり、15日にはそれが宮城県沖まで移動して、16日には沖合でさらに発達しており、東北地方の北部太平洋沿岸各地で5 m/s 近い東よりの風が吹いている。この東よりの風を強めているのがオホーツク海高気圧であることは、春一

図4 異常高温続きの1990年

番といわれる冬と春の交錯する季節に吹く東よりの強風とは異なる点である。この高気圧の影響を強く受けた4月中旬の5～6日間が1990年2月以後続いていた平年を上回る気温の推移が破れ、久しぶりの寒気の襲来となった(図4)。この年は全国的に高温続きで春の到来が早く、ハウスが倒壊する大被害が生じた十和田市でも桜の開花が例年になく早まっており、15日の雪で直径20 cmもある開花した桜の枝が折れるといった珍事(被害)からも明らかのように気候の推移が異常であったことも注目すべき点と考えられる。この地域におけるオホーツク海高気圧の出現による北東気流(やませ)が吹き始めるのは桜が散った5月中旬以後のことであり、北半球規模で気象の推移が早まっている事が窺える。

5. 地上の気象概況

春の大雪による被害のあった1990年4月15日前後における各気象要素の推移を図5に示す(青森地方気象台, 1990; 盛岡地方気象台, 1990)。東北地方の太平洋側は14日夕方には雨が降り出している。北の青森県の海岸部では東よりのやや強い風が吹いているが、岩手県の久慈、釜石では20時まで南よりの風で、久慈では21時に風向が東に変わっているが、釜石では15日の7時になってからであり、釜石では各地点と同時刻に降水が認められているが、気温の低下も少なく暖かい雨で、寒気団による影響はこのあたりでは小さい。このように、オホーツク海高気圧の影響の現われ方が北の青森県と岩手県南部とは異なり、今回の東風雪の南限が窺える。海岸では太平洋から強い風が吹き突けているのに対し、内陸部では盛岡以外の地点では風はそれほど強くなく、15日に1時以後上空の寒気による気温の低下が明確である(図5)。

また、14日20時までには青森県の太平洋沿岸、内陸部の気温はともに5℃近くであるのに対し、南の岩手県の海岸は6℃以上あるが、山間部(奥中山、葛巻)では3～4℃である。気温が下がり始めるのは21時からであり、

図5 気象要素の推移

観測点は図2参照，黒丸は気温，矢羽は風向，風速，棒グラフは降水量を示す。

15日の1時以後には風の弱い内陸部では，気温が1時間1℃以上と大きく低下している（図5）。

この頃，地上で雪になる気温の限界（2.5℃以下）に達しており，雨が雪に変わったと云えよう。降水はその後も続き15日6時～8時頃まで記録されている。この間，1時～8時頃まで内陸部では風向，風速が記録されていない地点があるが，気温が0℃付近であることから計器への着雪によるものと考えられる。気温が上昇し始めると風の記録が回復してくるが，日照は各地点で一日中なく，岩手県の内陸部では最高気温が3℃以下である。

ダケカンバを主体とした被害地の標高は1000m付近で

あることから気温はこの値より低いと考えられ，15日未明からの着雪により一時に被害が生じた以外に，着雪はその状態を維持し続け，その後の，風などの要因が加わるにより，随時折れ続けたのが，16日とか17日に発見されたと考えられ，被害の要因となる着雪は15日に生じたと云える。

1980年代に入ってからこの地方における強風時の雪による針葉樹の枝折れに関する報告（小野寺他，1987(a)，(b)；石橋，1989）はあるが，何れも標高の低い林地におけるもので1000m近い高地の被害報告は見当たらない。今回の降雪により平野部で針葉樹の被害も一部で生じている

図6 東風雪による雪害が生じた時刻の西岳レーダの画像

三角は西岳，黒丸は AMeDAS 観測点（図2参照）

0：1～2 mm/h，1：2～5 mm/h，2：5～10 mm/h

が、植林全体の面積から見れば小数であり、地域も不特定で、いわゆる冠雪であり、細い枝に対する着雪ではない。平野部における細い線状のものに対する着雪災害は電線についての報告が多くあり、この場合、二つのケースがある。第一は風が弱い（3 m/s 以下）時に生じる北陸地方などで見られるもの（莊田，1953）と、第二はかなり強風（4 m/s 以上）のもとでの着雪であり北海道の報告（五藤・黒岩，1975）に見られる。今回の広葉樹の枝に対する着雪は後者の場合と考えられる。これは被災地は内陸の高地であり、内陸平野部では海岸部より

風速はかなり弱くなっているが、1000m付近の尾根は地形の影響が少なく、むしろ海岸部に近い風速であったと考えられる。そこで、1000m付近の雲（水滴）の様子を検討するために東北地方建設局雨量レーダ情報システムの西岳（図2の5）の画像について検討した。

西岳レーダは標高1018mの西岳の山頂から0.3度の仰角でマイクロ波が発射されていることから、この画像は上空1000-1500m（100kmの遠方で）の降水エコーを示している。

内陸部で気温の低下が大きく（図5）雨が雪に変わっ

図7 東北地方の大気鉛直状態
実線は気温、点線は露点温度を示す。

図8 「ひまわり」の画像（赤外画像）

図9 三沢のエマグラム
実線は気温、点線は露点温度を示す。

たとえられる15日1時前後のレーダ図(図6)と被害域(図2)と良く対応しており、この時刻に着雪が進んだことを示すものとして注目される。

6. 大気鉛直状態

東風雪による災害が生じる前後の東北地方の大気鉛直状態は非常に複雑であることがエマグラム(図7)や「ひまわり」の画像(図8)から理解されよう。

1990年4月14日南の仙台では地上付近から800hpaまでは北よりの風であるが、三沢、秋田では東よりの風であり秋田と仙台では雨が降っている。三地点とも750~700hpaには南よりの暖かい飽和に達した空気がある。

そして、この南よりの大気の流れは300hpaにまでも達しており、この南向きの流れは沿海州にある低気圧に吹き込む流れであることは「ひまわり」の写真(図8)から明らかである。写真の渦の中心は15日9時も含めて地上天気図の位置とは異なりこの渦は上層雲と考えられる。

15日9時になると仙台では上空は西風になり、かなり乾燥した空気が入るが地上付近は北風で晴れ(図3)である。しかし、15日9時になると秋田では地上付近は東よりの風で850~500hpaにかけて乾いた西風となり、その上空にさらに南の風がある。写真(図8)に見られる秋田上空の白い雲の南向きの流れはこの高さの雲と考えられる。15日9時の三沢上空にも同様の雲の流れが認められ、500hpaより上空の大気の状態は秋田と同様で

ある。ただ、秋田と三沢では下層大気の飽和度が大きく異なる。東風雪による被災地内の三沢の1990年4月14日21時から17日21時までのエマグラムを図9に示す。

14日21時の特徴は下層の東よりの湿った空気から南からの暖かい空気が乗り上げており、850~800hpaにかけて遷移層がはさまれている。この上層の暖かい空気は温暖前面を滑昇し断熱冷却されて暖気内に雲を生じるが、この高さの気温は0℃付近であり雪、雨の混合(みぞれ)が降り出していると考えられる。しかし、地表付近は気温が4.5℃と高いため霧になり、この霧は前線霧に近いものと考えられる。この時点で地上では降水が観測されていない(図5)ことから明らかである。

この1時間後から地上では2~3mm/hの降水が観測されるが気温が3~4℃あり雨である。さらに、15日早朝になって地上付近の気温が2.5℃以下に低下した頃から雪になり6時過ぎまでかなりの雪となる。レーダ図はこの様子の一部を示していると考えられる。これが低平地におけるビニールハウスの倒壊を主とした今回の東風雪による農業気象災害の発生のメカニズムと考えられる。

しかし、北上山地の1000m付近の尾根筋を主体に発生したダケカンバやブナなどの着雪による枝折れ(山林被害)を説明するのは不十分である。というのは、地上に達したと同じ雪がこれらの樹木に着雪したとするなら、これらの樹種を含めて1000m以下にある多くの樹木がいっせいに枝折れをおこすはずである。ところが、これより低い地帯にある樹木に被害が少なく、1000m付近の

尾根筋に被害が集中している点に注目する必要がある。

これまでは、三沢のエマグラムだけからの検討であるが、被災現地が尾根筋に集中しているということは斜面に沿って空気が上昇しやすく下層の空気がより断熱冷却されやすく、着雪が進みやすいといった条件について検討する必要がある。斜面に沿った上昇気流を作りだすためには、ある程度風は強い方が良く、太平洋から吹きつける湿った東よりの風（ヤマセ）は重要な要素といえよう。

この下層の東よりの風がオホーツク海高気圧からの吹き出しであり、それが東北地方の太平洋側に吹き込むのを強めたのが関東地方の南岸から仙台沖まで移動してきた低気圧であることは地上天気図（図2）から明らかである。一方、上層の暖気は時間とともに冷却され寒気と暖気の間にあった遷移層は15日9時には不明瞭になっているが、ここに発生した雲は日射が地上に到達するのをさまたげているため下層での気温上昇は小さく、この状態は16日も続くが、この間は上空の大気の流れが高度により複雑な流れを示しているのは先に述べた通りである。

850hpaの気温は $-8 \sim -5^{\circ}\text{C}$ で一度生じた着雪が消えることはなく、むしろ、成長する可能性があることが15日～16日のエマグラムからは窺える。17日になると上空は乾燥した北風になり、17日21時には東よりの風も弱まり、地上気温も上昇する。したがって、枝折れの生じる時間帯はかなり広いと云えよう。

7. 異常な春

北上山地中部以北を中心にダケカンバ、ブナなどで標高1000m付近の山林被害の主因は東風雪によるものであり、枝折れは着雪による荷重が樹木の破壊強度を上回ることにより発生するが、荷重が同程度でも、樹木の強度により枝折れの程度は異なることが考えられる。この点で、1990年の冬から春にかけては非常に高温が続いており（図4）、この気候が樹木に及ぼす影響についても検討する必要がある。

枝折れが多発した北上山地の1000m付近には AMe-DAS の観測点がないので、同じ東風雪の被害が発生した八甲田山系の酸ヶ湯（標高920m）の観測値を使用して1990年4月の高地の気温の推移を平年値と比べる（図10）。

平年であれば1000m付近の高地の日平均気温が 0°C 以上になるのは4月5日頃であり、多くの植物の活動が盛んになる日平均気温 5°C 以上に到来するのは4月25日である。

しかし、本年は気温の変動が激しく、枝折れの発生す

図10 高地における4月の気温の推移
観測点：酸ヶ湯（標高920m）

る3日前の4月12日には 11.1°C 、その次の日も 8.7°C と5月下旬の高温が出現している。この高温により樹木が冬眠から覚めて活動を開始すると樹体の含水率が高まり、木材としての強度が低下することが考えられる。このことは、被害が生じた樹木としては活動が最も旺盛な中心に向かう枝に多いこと（松岡他，1990）からも推察される。

また、2、3日間の短い気温の影響だけでなく、それ以前のものも含めて影響していると考ええるなら、先に述べた十和田市の桜の開花が10日以上早まっていたことを参考にしよう。八甲田山の春の気候も十和田市に平行して進んでいるなら、十和田市で桜の咲く頃の山地の気温は酸ヶ湯の気温を参考にすれば、やはり樹木が活動し始める日平均気温 5°C の時期（4月下旬）に達していたといえよう（図10）。この時期は、樹木の芽が活動を開始していたということは、樹木の含水率が高まり、力学的な強度が低下するという災害の素因の他に、芽が活動を開始することにより、この時期の平年の休眠期の枝より表面の状態が異なったり、芽の膨らみにより枝の表面積が増加するといったことで初期の段階で着雪が進みやすくなる条件を与えていたことも考えられる。

8. 異常な東風雪

今回の被災地域である東北地方北部太平洋側で海から吹きつける風（東よりの風）とともに降る雪（東風雪）による災害時の地上天気図のパターンには2つのタイプ

があることが明らかである。第一は、今回のようにオホーツク海に高気圧が現われ、そこから北東気流が吹き出しさらに本州北部に移動してきた温帯低気圧が寒気の吹き込みを強めて降雪になるタイプ、第二は、小倉(1990)により紹介されているような、温帯低気圧の通過に伴ない大荒れになる春一番型のタイプである。この場合オホーツク海に高気圧は無く、発達した低気圧への一方的な寒気の吹き込みであり、特に三陸沖には関東南岸から北上してくる低気圧と日本海から東北地方を横断して移動してくる低気圧の二通りにより東よりの強風に伴って降雪がもたらされる。さらに、これら二つの低気圧が一度に接近してくると大荒れ模様になり、二つ玉低気圧といって恐れられている。第一にタイプの被害は着雪、積雪による被害が主体となるのに対し、第二のタイプは雪による被害の他に、強風による沿岸での波浪による災害が多くなっている(青森地方気象台, 1986)。

今回と同様に第一のタイプで記録に残っているものをあげると昭和19年3月10日から12日にかけて岩手県北部山間地および沿岸地方から青森県東部で大雪のため150名を越す死者がでている。この時の天気概況(青森地方気象台, 1986)によれば「高気圧が5日からオホーツク海に停滞し、低気圧が大陸から東進してきて日本海に達したものと房総半島はるか沖から発しながら北西進してきたものの二つがあった。このため11日から12日にかけて東よりの風が強まり、県東部特に、三戸、八戸地方は暴風雪となった。」とあり、八甲田山中では1mを越える新積雪があったことが記されている。オホーツク海高気圧と二つ玉低気圧があわさった東風雪災害の恐ろしさといえよう。また、岩手県山中における被災は当時戦争時下で気象情報が管制下にあったことによる悲劇として紹介されている(工藤, 1990)。最近のものとしては昭和57年3月21日の被害があげられる。被災地域は同様に電線着雪による被害や枝折れによる山林被害があり、特にアカマツに関する冠雪害の詳細な報告(小野寺他, 1987;1988)がある。

この時の天気概況は本州南岸沿いの低気圧の発達、停滞が注目されている(青森地方気象台, 1986)。これによる沿岸波浪被害が大きかったためと考えられるが、オホーツク海に高気圧があったことも確かである(図11)。一般に関東以北で春に降る大雪に対し、低気圧の発達移動経路が問題にされるが、日本付近の低気圧の動きとしてはこの時期特に異常とはいえないが、春にオホーツク海に高気圧が発達、停滞することは異常と考えられる。

この現象をその年の異常気象の兆候として注目したのが「東風雪による枝折れは大豊作」と云う言い伝えでは

図11 オホーツク海高気圧の出現による春の大雪による被害の例(1982年)

なかろうか。この言い伝えの書かれた時期は明治初期の冷害多発期(藤原, 1990)であり、また、昭和19年は昭和6年から昭和29年まで続いた冷害多発期の内にあり、昭和57年、平成2年も昭和50年代から続く同様の時代とも考えられる。東北地方における過去の水稲収量の歴史(ト蔵, 1990)で大豊作は冷害多発期に出現することが多いといった事実もある。

このことから、第一のタイプの東風雪は気象変動の大きい時代の物産として捕えられるものかどうかについて今後の検討課題としたい。

9. おわりに

1990年4月15日に東北地方北部太平洋側に生じた雪害を東風雪による災害とした検討した。

- 1) 東風雪とは字の示す通り、東よりの風とともに降雪がもたらされる場合であり、青森県野辺地町の古文書にも見られ、今日でもこの町で使われている言葉である。
- 2) 天気図に見られるように東北地方の沖合に低気圧が進んで来て北東が吹き雪となったが、それだけでなく、今回はオホーツク海に高気圧があるのが特徴である。
- 3) AMeDAS やレーダ画像で観測された特徴と被害域は良く対応している。
- 4) エマグラムに見られる800~900hpaに逆転層があり、北上山地をはじめ他の山地でも、この高さに相当する尾根の落葉広葉樹に着雪が進み、枝折れが生じた。
- 5) 1990年は異常高温が続いており、樹木が雪害を生じやすい素因をもっていたと考えられる。
- 6) 今回のような高地におけるカバなどの広葉樹の雪による枝折れは、近年まれなことであり、被害評価、事後処理に対する充分な検討が必要である。

謝 辞

本報告は多くの方々の情報の提供により作成されたものであり、関係各位に深く感謝の意を表します。

北里大学獣医畜産学部、皆川秀夫氏、写真家、千葉克介氏、東奥日報社からは写真の提供を受けた。また、青森地方気象台、東北地方建設局青森工事事務所からは気象データ、レーダ画像などの資料の提供を受けた。

さらに、報告の作成にあたり弘前大学理学部児玉安正氏、森林総合研究所東北支所、松岡広雄氏、小野寺弘道氏、大原偉樹氏から資料の提供や助言を頂いたことに感謝の意を表します。

本研究は、文部省科学研究費、重点領域研究(1)課題番号02201103「山地豪雪災害の予測と防除、復旧対策に関する研究」(代表：秋田谷英次、北海道大学低温科学研究所)の一部として行ったものである。

文 献

- 青森地方気象台, 1970: 青森県60年の異常気象 (1901-1960), 気象庁技術報告, **73**, 64-65.
- 青森地方気象台, 1986: 青森の気象百年, 青森市, 日本気象協会青森支部, 72pp.
- 青森地方気象台, 1990: 地域気象観測日報 (4月14日, 15日).
- ト蔵建治, 1983: 青森県の林野火災の実態と気象の解析, 自然災害特別研究所成果, No. **B-58-1**, 30-34.
- ト蔵建治, 1983: 昭和63年の冷害の背景, 自然災害科学, **8**, 1-11.
- 藤原仁, 1990: 過去350年間の福島県における稲の作柄と夏の天候, 日本気象学会東北支部気象講演会講演要旨.
- 五藤員雄・黒岩大助, 1975: 北海道における電線着雪とその発達抑止に関する研究, 雪氷, **37**, 182-191.
- 石橋秀弘, 1989: 強風下のスギ人工林の冠雪害, 雪氷, **51**, 91-99.
- 栗田稔美・大原偉樹・小野寺弘道・糸屋吉彦・神山安生・外館聖八郎・野呂忠幸・佐々木孝昭, 1990: 1990年4月に発生した北上山地の雨水害(II), 日本林学会東北支部会誌, **42**, 42-44.
- 工藤敏雄, 1990: 気象風土記, 盛岡市, 岩手日報社, 50pp.
- 松岡広雄・北田正憲・北田健二・大丸裕武, 1990: 1990年北上山地におけるダケカンバの霧, 雨水害, 日本林学会東北支部会誌, **42**, 48-50.
- 盛岡地方気象台, 1990: 地域気象観測日報 (4月14-16日).
- 野辺地町郷土史研究会, 1985: 年々豫手扣, 現代語訳, 野辺地町, 21pp.
- 小倉義光, 1990: 太平洋岸の雪と春一番, 気象, **34**, 10960-10964.
- 小野寺弘道・大原偉樹・栗田稔美・片岡健次郎・森摩須夫, 1987(a): 異常降雪によって冠雪害を受けたアカマツ人工林の解析 (I), 日本林学会東北支部会誌, **39**, 100-102.
- 小野寺弘道・大原偉樹・栗田稔美・片岡健次郎・森摩須夫, 1987(b): 異常降雪によって冠雪害を受けたアカマツ人工林の解析 (II), 日本林学会東北支部会誌, **39**, 103-105.
- 小野寺弘道・大原偉樹・栗田稔美, 1988: 異常降雪によって冠雪害を受けたアカマツ人工林の解析 (III), 日本林学会東北支部会誌, **40**, 143-144.
- 大原偉樹・栗田稔美・小野寺弘道・糸屋吉彦・神山安生・外館聖八郎, 1990: 1990年4月に発生した北上山地の霧, 雨水害 (I), 日本林学会東北支部会誌, **42**, 42-44.
- 荘田幹夫, 1953: 着雪の研究, 雪氷の研究, **1**, 50-72.

(1991年1月26日受付)