

— 4. 平成21年度第1回支部研究発表会要旨 —

日 時：平成21年6月5日（金）13時40分～16時00分
場 所：北海道大学低温科学研究所講堂

1 アラスカの森林火災～雷といくつかの気象パラメータに基づく分析	26
北海道大学大学院工学研究科	Murad Ahmed Farukh
早坂 洋史	
2 インドネシア・中部カリマンタンのメガ・ライス 計画地での泥炭火災 発生と気象要因	28
北海道大学大学院工学研究科	Erianto Indra Putra
早坂 洋史	
3 ニューラルネットによる地域気候パターンの解析と気温予測	30
帯広畜産大学	相澤 由美子
	前多 修二
4 石狩湾における2008年の上位蜃気楼	33
小樽市総合博物館	大鐘 卓哉
気象予報士	金子 和真
5 隣接閉領域トラッキング	35
北海道大学大学院理学研究院	稻津 將
6 天気予想と台風 その7	37
北見市	松木 昇

1. ア拉斯カの森林火災 ~雷といいくつかの気象パラメータに基づく分析~

ムラド・アハメド・ファルク
Murad Ahmed Farukh・早坂 洋史 (北大大学院工学研究科)

1. はじめに

北方林(通称タイガ)では、大規模な森林火災が頻発している。高緯度地帯では、温暖化により、顕著な気温上昇と降水量増加の現象が生じているものの、この気温上昇と降水量増加は主に冬季の現象で、春先の気温上昇と夏期降水量の減少が火災増加の原因とされている。特に、アラスカでは、2004、2005年2年間に、アラスカ森林面積の10%を燃やす、大火災が発生した。この背景には、着火源である雷活動の活発化があった。そこで、本論文では、雷が活発した気象条件について調べたので報告する。

2. ア拉斯カの概要 -地理、植生、気候

アラスカは北米大陸の最北西部の北緯58°～71°、西経141°～166°位置している。アラスカの森林は北方林と呼ばれ、ブルックス山脈とアラスカ山脈で囲まれた内陸アラスカに主に拡がっており、森林面積は460,000km²で、森林は主に黒トウヒ、白トウヒ、ポプラ、樺の木、水苔、地被類で構成されている。年間降水量は、260mm、平均気温は-2.5°Cである。平均気温が低く、かつ降水量も少なくても、森林が存在する理由は、夏期6～8月の気温と永久凍土からの水の補給があるためである。森林火災は所謂、樹冠火が発生しやすい黒トウヒ林が燃え始めると活発化する。焼損面積のほとんどは、雷が原因の火災によるものである。詳細は前報^{1) 2)}などを参照されたい。

3. ア拉斯カの雷の発生傾向と気象条件

3.1 雷の発生傾向

アラスカでの雷特性を把握するため、アラスカ火災局(Alaska Fire Service、以下AFSと略記)から入手した、1986年6月から2006年7月までの約百万個の雷データを分析した。図1に年と月毎の、北緯52-68.5度、西経141-163度の範囲での雷発生傾向を示した。図1より、2004、2005年を除いた年平均の雷発生数は28,900回であること、2004、2005年の雷発生数は例年の4倍の12万回程度であること、雷発生月は主に5-8月であることがわかる。月毎の発生割合を求めてみると、5月3.6%、6月38.6%、7月50.7%、8月6.9%、9月0.2%の割合であり、雷の約90%が6、7月の2ヶ月間に集中して発生している。

雷の発生は、アラスカ標準時間の11時頃より始まり、雷の発生ピークは17時頃で、真夜中を過ぎた2-3時頃には終焉する傾向がある。この発生傾向は、太陽の

日照曲線とよく一致しており、アラスカの雷は、主に“熱雷”であることが示唆されている³⁾。

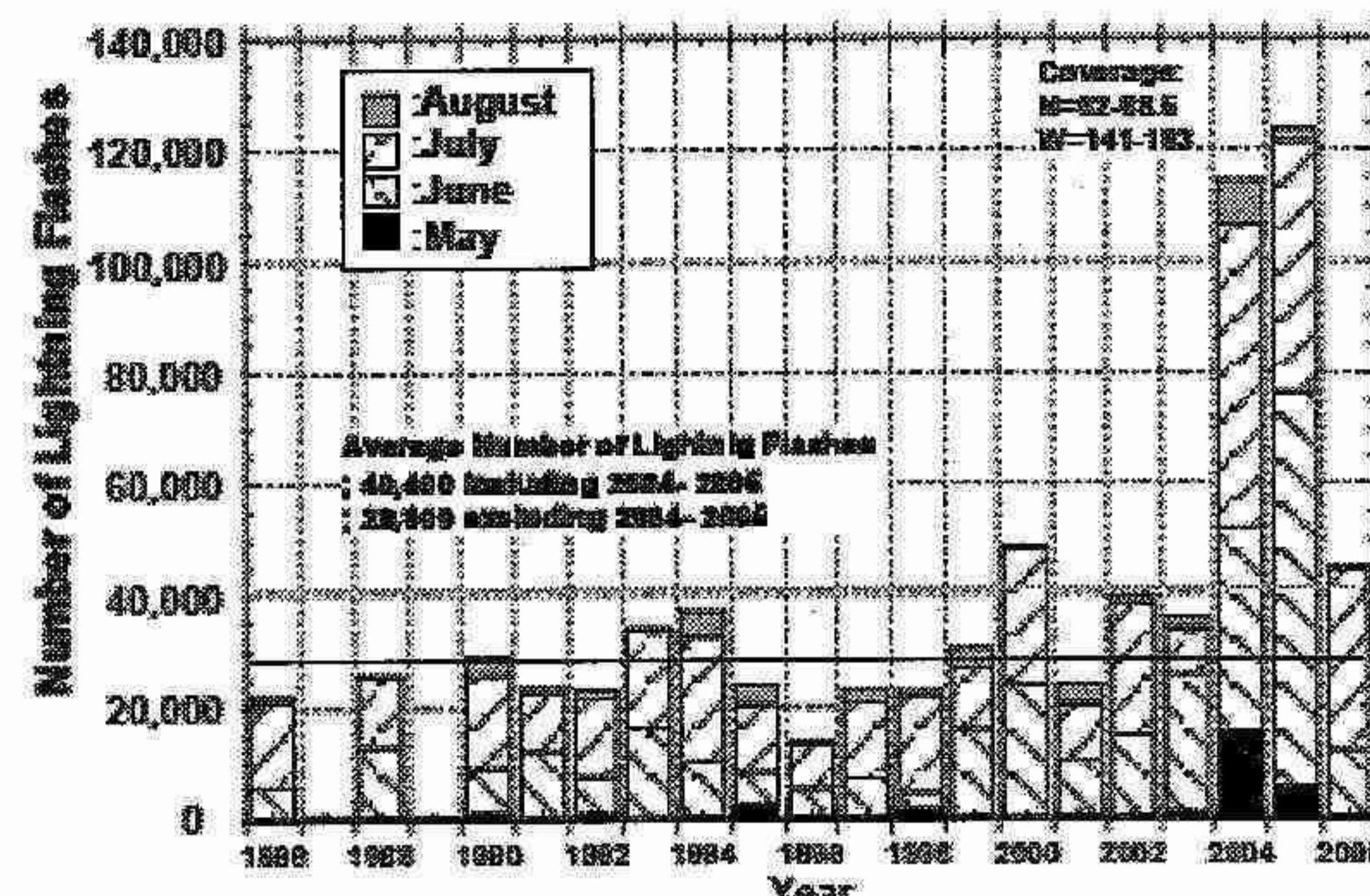


図1 ア拉斯カでの雷の発生傾向

アラスカの森林火災のほとんどは、6～8月の3ヶ月間に雷が原因で始まる自然火災である。人為火災は件数では、40-60%程度となるが、焼損面積では、雷原因の火災が90%以上を占めている。特に、焼損面積の大きな火災は、夏期の降水量も少なく、降雨による火災の自然鎮火も少ないため、6月に雷が原因で始まる事が多い。以上の事から、雷の発生する気象条件と、雷で火災が始まってからの気象条件の解明が、アラスカの森林火災の発生を予測し、火災対策を実施する上で重要と言える。本論文では、前者の雷の発生する気象条件について、雷と気象データを分析し検討した。

3.2 雷と火災の発生傾向

著者の一人は既にアラスカの1989-1999年の雷データを分析しその期間の発生傾向などを示している。本論文では、2004、2005年の例年ない異常な雷発生とそれに伴って発生した大火災に着目しての考察を行った。

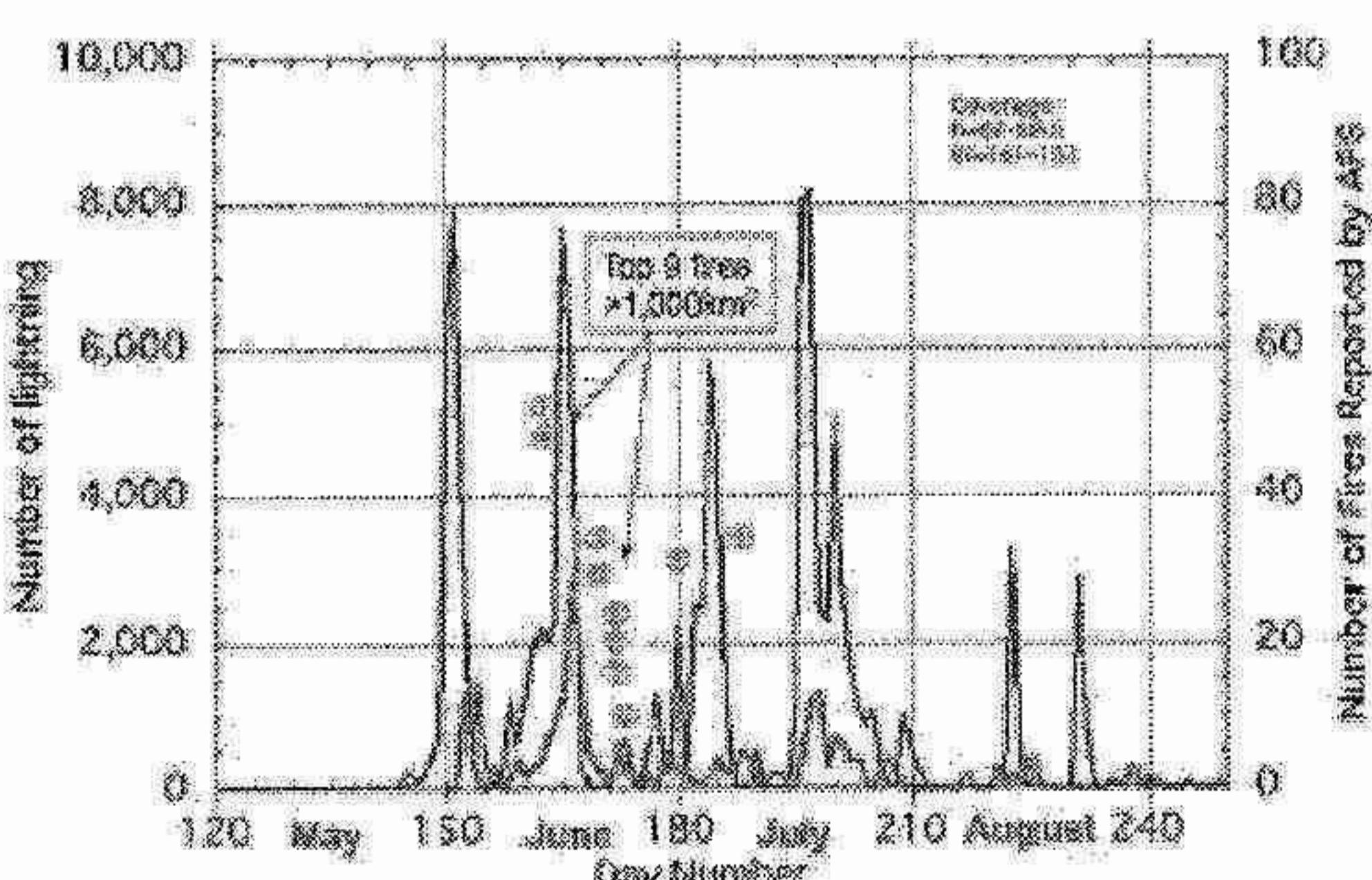


図2 2004年アラスカでの雷と火災の発生傾向

図2に2004年の日毎の雷発生傾向を示した。観測範囲は、北緯62-68.5度、西経141-163度で、主に

”Interior Alaska”と呼ばれている。また、図2には火災発生傾向も示してある。火災件数はAFSの報告によるもので、図2中の数字(①②..など)は、2004年に発生した9件の大火灾(焼損面積1,000km²以上)の発生日(正確にはAFSによる報告日)を示している。図2より、アラスカでの雷と火災の発生傾向の特徴、1.周期的(約2週間間隔)な雷の発生傾向、2.6月中旬から7月上旬での大火灾の発生傾向などが見て取れる。

3.3 雷の発生と気象条件

図3に雷活発期の2004年6月5~15日の高層天気図(1000, 850, 500 hPa)を示した。図3(a)の1000 hPaの天気図より、アラスカ内陸部に低気圧(80m-)、アラスカ北部の北極海に高気圧(190m+)の存在が見て取れる。前者の低気圧は850 hPaの天気図で、後者の高気圧は500 hPaの天気図(図3(b))で、それぞれの存在が顕著でなくなる。この事から、両方の低気圧と高気圧は、各々、背の低い陸性の熱的低気圧と背の低い海洋性の熱的高気圧と言える。また、両者は比較的近い距離で大きな気圧差があることから、アラスカ内陸部に上昇気流を形成したと言える。この結果、8,000回を越す激しい落雷が発生したと思われる。なお、両者の間にアラスカ北部に位置するブルックス山脈があり、北極海から北寄りの風が吹けば、アラスカ内陸部には山越えのフェーン風がもたらされる。実際に、比較的温度が高く50%以下の低相対湿度の北東風が観測されている。さらに、500hPaの天気図(図3(c))からは、アラスカ上空にアメリカ本土の北東部からアラスカに延びる、気圧の尾根も確認できる。比較のために、雷

休止期の2004年6月15~17日の高層天気図(1000, 850, 500 hPa)を図4に示した。図3と異なり、雷休止期には高圧部がアラスカを覆っていることがわかる。また、2003年6月20~25日の雷活発期の高層天気図(1000hPa)を図5に示した。2004年と同様にアラスカ北部の北極海に高気圧(100m+)の存在が見て取れるが、2003年と比べると弱いこと、1000hPaの高さの差が、2004年の110mと比べ、25mと小さいことなどがわかる。

参考文献

- 1)早坂、福田、串田、中右、木村:アラスカの大規模森林火災について、日本火災学会論文集、Vol. 56, No. 1, pp. 1-8, 2006.、2)早坂:アラスカの森林火災と雷の最近の傾向、日本火災学会論文集、Vol. 53, No. 1, pp. 17-22, 2003.、3) M. Shulski, G. Wendler, The Climate of Alaska, pp. 111, Snowy Owl Books, 2007.、4) NCEP/NCAR Reanalysis 1: Surface, Earth System Research Laboratory, Physical Sciences Division, NOAA Research, U.S. Department of Commerce. <http://www.cdc.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.surface.html>

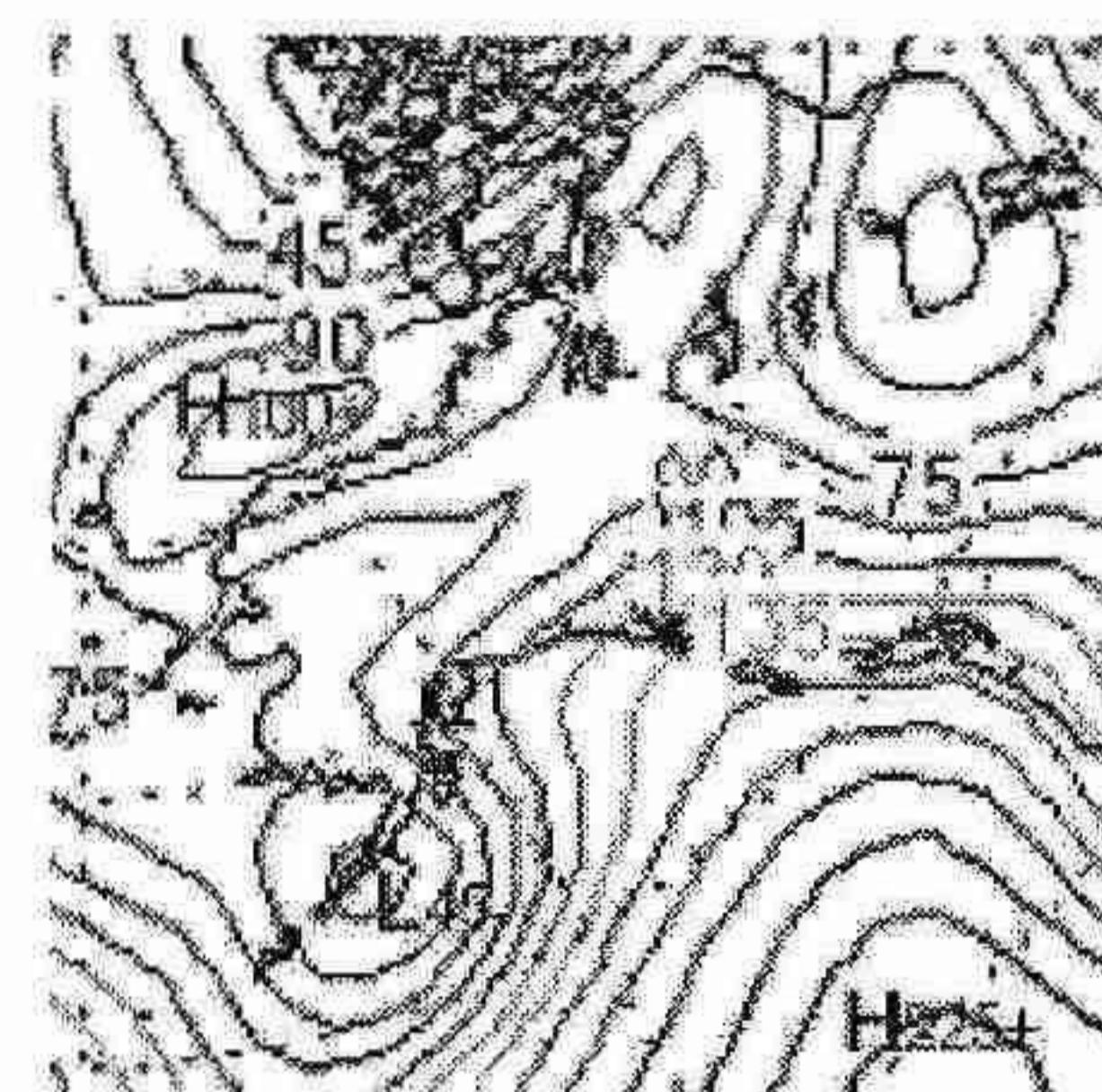


図5 雷活発期の高層天気図⁴⁾ (2003年6月20~25日)

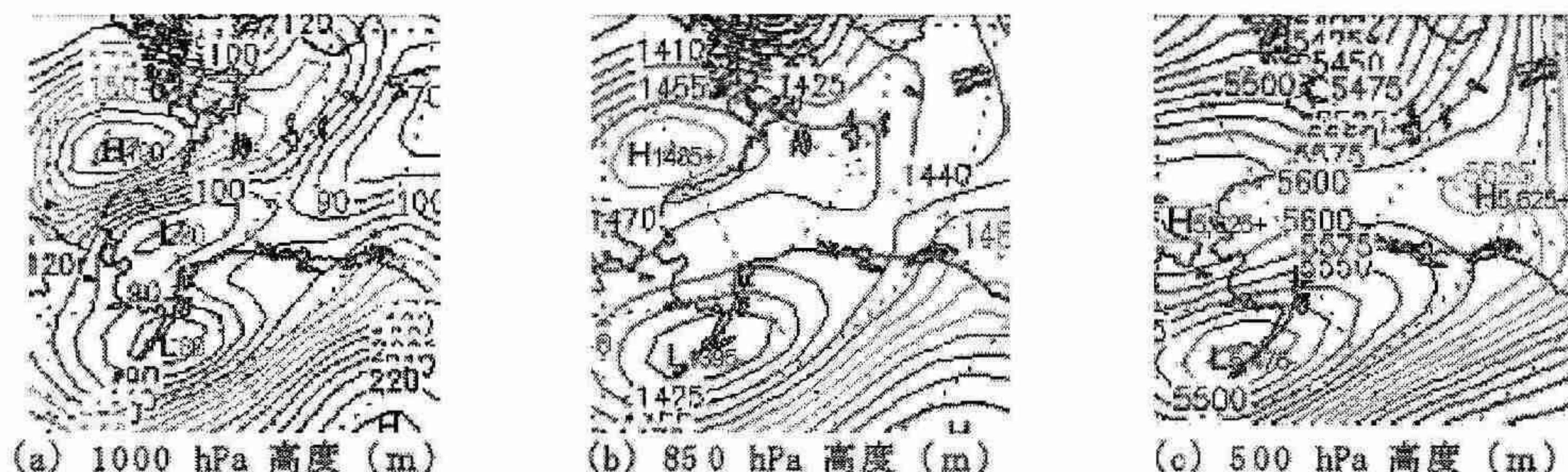


図3 雷活発期の高層天気図⁴⁾ (2004年6月5~15日)

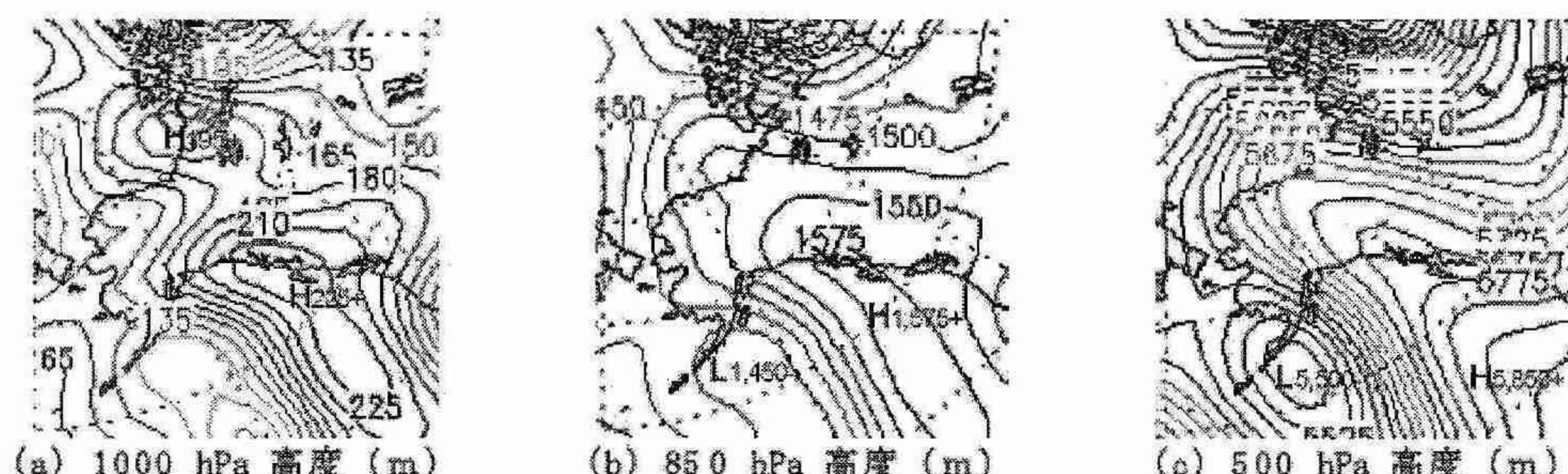


図4 雷休止期の高層天気図⁴⁾ (2004年6月17~17日)

2. インドネシア・中部カリマンタンのメガ・ライス 計画地での泥炭火災発生と気象要因

エリヤント インドラ プトラ
Eriyanto Indra Putra · 早坂 洋史 (北大大学院工学研究科)

1. はじめに

本論文では、1990 年代中頃より開始された、インドネシア・中部カリマンタン州の州都であるパランカラヤ付近のメガライス計画（百万ヘクタールの水田開発計画、以後 MRP と略記）地区で多発する、泥炭火災と気象条件の関連性を検討した。気象条件と火災発生特性を明確にするために使用したデータは、日単位のパランカラヤ空港の気象データ¹⁾、衛星で検知された 1998 年からの日単位のホットスポット（＝火災）データ²⁾である。これらデータの分析結果に、過去数年に渡る現地調査からの知見も加え、泥炭火災と気象条件と関連性、特に降水量との関係を明確にした。

2. インドネシアの概要と火災の背景

インドネシアは、群島国で、ジャワ島、スマトラ島、カリマンタン（ボルネオ島）、バリ島など大小 1 万 7000 にも及ぶ島々からなる。図 1 にインドネシアの西半分を示した。

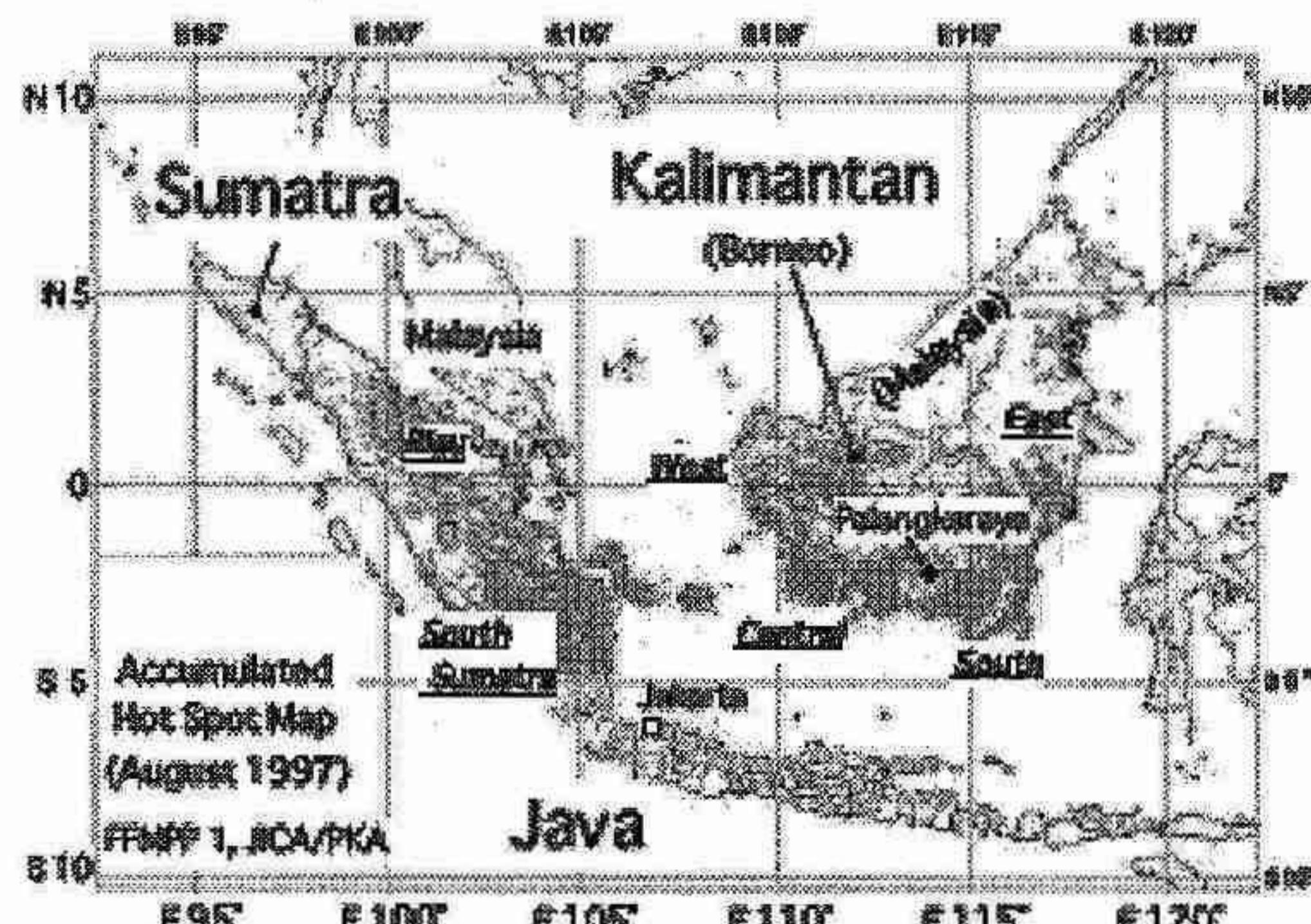


図 1 インドネシア西半分の地図

なお、図 1 中の点は、インドネシア JICA（国際協力機構）が公開していた NOAA 衛星が検知したホットスポット（＝火災、以下 HS と略記）である。1997 年に大火災があり、スマトラ、カリマンタンの両島の泥炭地が激しく燃えた。

カリマンタン島は世界第三位の大島で、インドネシア領はその 70%（面積 549,032 km²）。北部には高い山脈が連なり、海岸に低地が広がり、南部はマハカム川などの大河が流下し一大湿原を形成する。赤道直下の雨林型気候と、熱帯泥炭林などのため、開拓は十分に進まず、人口も希薄である。中央カリマンタン（面積 153,800 km²、人口約 185 万人）の州都パランカラヤ

は、人口約 16 万人、海岸線より約 110km 離れた内陸の開発拠点である。

インドネシアには東南アジアの約 83%、22.5 万 km² の泥炭地がある。カリマンタン島には、インドネシアの泥炭地の約 29%、5.76 万 km² の泥炭地がある。近年、これらの泥炭地=熱帯湿地林が開発され、これに伴う森林・泥炭火災が頻発し世界規模での環境悪化を促進しているとされ、問題視されている。この背景には、東南アジアの森林面積の約 42% を有するインドネシアの森林減少率は、世界平均の約 5 倍の 1.2% と、資源の乱開発により高いためである³⁾。特に、近年の 2 回（1982-83、1997-98 年）の大火灾は、農地での火入れなどが原因で発生、エルニーニョに伴う干魃下で大火災となり、全焼損面積は 2.4 万 km² に達したとされ、インドネシアの森林は壊滅的な状況にある⁴⁾。図 2 に火災の状況を示した。残念ながら、正確な森林火災情報はなく、また、統計値も 1984 年以前のものは存在しないようである。国土が広いこともあり、1997 年より観測が開始された衛星検知による HS（＝火災）情報で火災傾向を把握しているのが現状である。

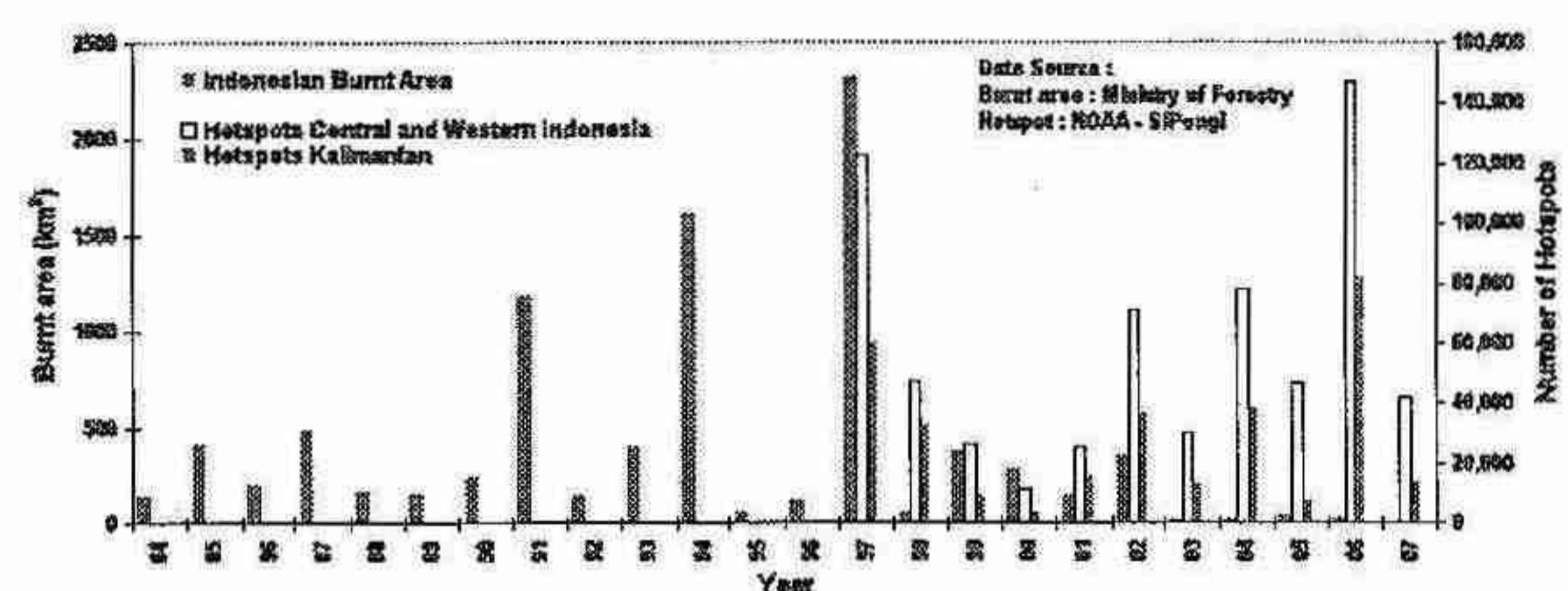


図 2 インドネシア森林火災の傾向

3. カリマンタン島パランカラヤの気候

カリマンタン島の気候⁵⁾は、島中央部の山岳地帯以外はケッペンによる分類での熱帯雨林気候 Af に属している。つまり、年間降水量は 1,500mm を越え気温の季節変化は小さい、という特徴がある。

3.1 パランカラヤの気候概要

図 1 に示したパランカラヤは、カリマンタン島南部の南緯 2.23 度、東経 113.95 度に位置しており、南半球にある。年間降水量は約 3,000mm で、月平均気温は 26.3-27.3 度で、温度差が約 1 度という、熱帯雨林気候である。降水パターンは、図 1 のインドネシア西半分に共通で見られる、7-9 月（南半球の冬）に降水量が少なくなり、11-2 月（南半球の夏）に雨が多くなる、U 字タイプである。7-9 月の平均降水量は 100 mm を越

えるため、熱帯モンスーン気候には分類されないものの、太平洋海水温度の変化（エルニーニョ現象）の影響を強く受け、無降水月も珍しくない。

3.2 パランカラヤの乾期と雨期

パランカラヤの東部に空港があり、そこでの1978-2007年の30年間観測データを分析した。図3に、平均日降水量の変化を示した。図3横軸は1月1日よりの日数である。次に図3の平均日降水量に近似曲線を描き、年間の日降水量の平均値7.9mmとの2つの交点を求めた。交点の154(6/3)と298(10/25)日を、それぞれ、乾期の開始日と終了日とした。これは、パランカラヤの乾期と雨期を火災との関連性を明確にするため、便宜上の定義である。この結果、乾期と雨期では、平均の日降水量は、4.5と10mmと二倍近くの差があることがわかる。

3.3 パランカラヤの乾期と火災

図4にHS(=火災)の発生傾向を示した。HSの観測範囲はMRP領域をほぼカバーする、南緯1.9-3.4度、東経113.9-114.9度の範囲である。図4より、ほとんどの火災(95.5%)が8-10月に集中して発生していること、特に、8月上旬より10月中旬まで期間に20件を越す火災が発生したこと、火災の発生は乾期の日降水量が4.5mmを下回る7月中旬頃より顕著になること、

火災は10月下旬に乾期が終わる時点ではほぼ終演すること、などが見て取れる。なお、火災は泥炭火災であるため、泥炭が乾燥してから火災が顕著に発生するようになる。このため、火災は乾期の入りから1月程経つてから始まる傾向があると言える。

4. 結論

パランカラヤの30年間の雨量データを基に、日平均降水量を使って、乾期と雨期を明確にした。また、10年間のホットスポット(=火災)データを使って、中央カリマンタンのパランカラヤ近郊で発生している、泥炭火災の発生特性を示した。得られた降水と火災発生の傾向は、今後の火災対策の指標として使える。

参考文献

1. Palangka Raya Airport, (private communication).
2. インドネシア国森林火災予防計, JICA (国際協力機構), <http://ewds-ffmp2.hpt.infoseek.co.jp/ewds/menu/index.htm>
3. 世界森林白書、2002年版、FAO.
4. Dennis, R., A review of fire projects I Indonesia (1982-1998), ISBN 979-8764-30-7.
5. ドナルド・アーレン、熱帯気候-pp.486、最新気象百科、丸善、2008.

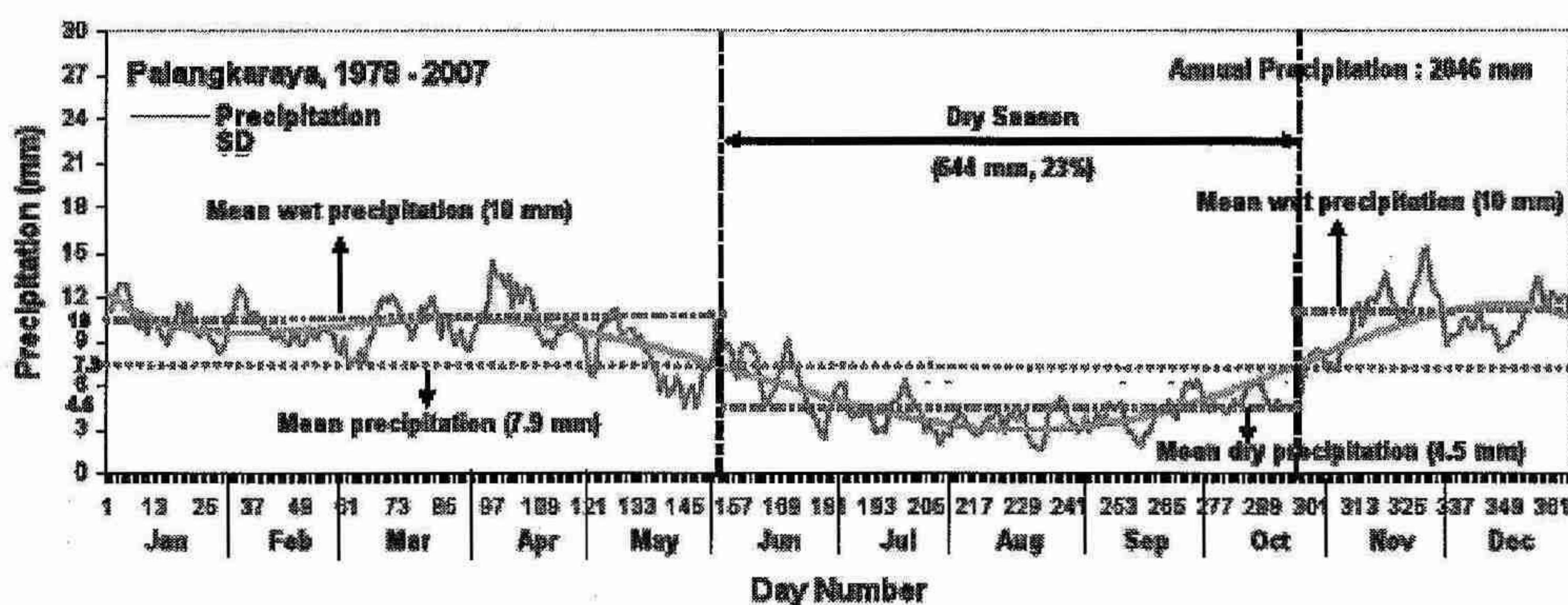


図3 パランカラヤ日降水量の変化傾向と乾期・雨期

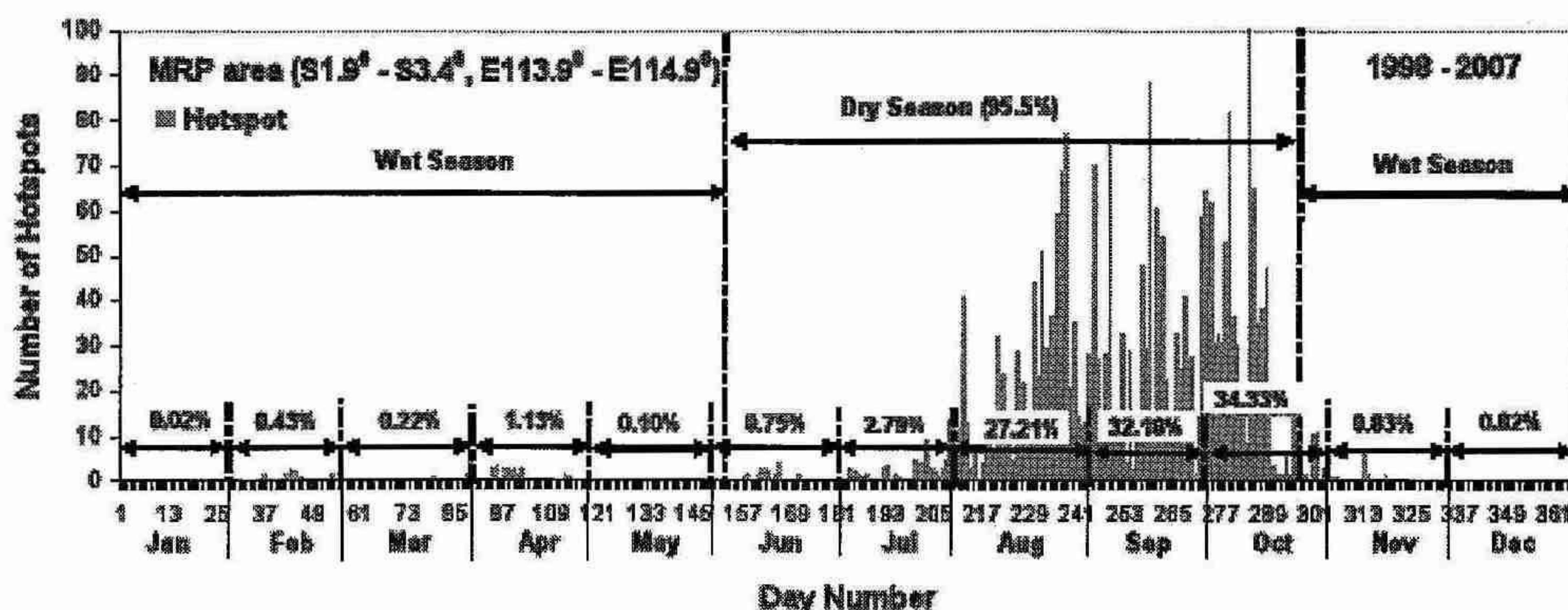


図4 パランカラヤ周辺のホットスポット(火災)発生傾向と乾期・雨期

3. ニューラルネットワークによる地域気候パターンの解析と気温予測

相澤 由美子・前多 修二 (帯広畜産大学)

1. はじめに

農業生産は、地域の気象、特にその年の気象の平年値からのずれに強く影響される。本研究の目的は、地域気候にパターンが存在し、このパターンに基づく気象予測が可能であるかを調べることである。このため、4層のニューラルネットワーク（以下NNとする）の枠組みで、地域気候の解析を行った。1980年から2000年まで、各年につき6月1日から8月31日までの夏季3ヶ月（JJA）のアメダスデータを用いた。

2. ニューラルネットワークモデル

4層NNモデルは入力層、隠れ層1、隠れ層2、出力層から成る。隣り合う層の間の結合重みをそれぞれ、 W_{ij} 、 U_{jk} 、 V_{kl} とする。学習は出力値 $p_l^{(n)}$ と教師解 $P_l^{(n)}$ との間の自乗誤差 r :

$$r = \frac{1}{2} \sum_n \sum_l (p_l^{(n)} - P_l^{(n)})^2$$

が最小になるように3つの結合重みを適合させていく。 l は出力値のインデックスで、ここでは複数の学習年にわたる6~8月の各時間を表す。 n は学習を繰り返した回数を表している。結合の重みの調整は、最急降下法と誤差逆伝播アルゴリズムによって行う。このアルゴリズムでは自乗誤差の偏微分に比例して結合重みを修正する。誤差を最小化するためには、学習回数を多くすればよい。ただし、解が最適値に近づいてくると勾配が小さくなり学習速度が遅くなるという特徴がある。

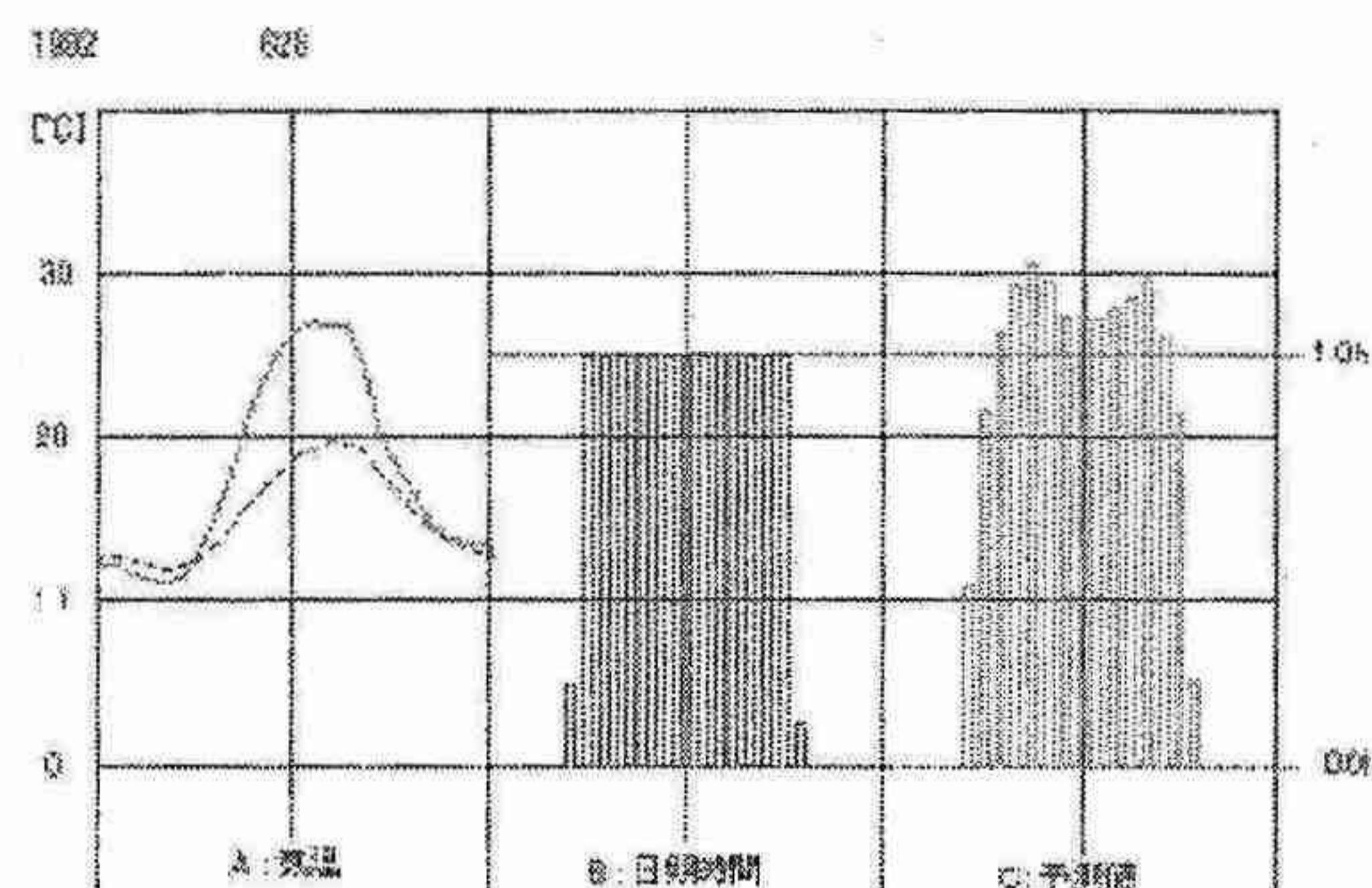
3. 地域気候パターンの解析と気温予測

3.1 気温データと他の気象要素の関係性

1地点の気温データから4層NNモデルを使って日照時間を予測する。入力層には、24時間の気温の平年値と当日の気温の平年値からの偏差を入力する。出力層では隠れ層2からシグモイド関数を用いない線形結合をとり、当日の時間毎の日照時間を出力させる。

学習年は1986年から1988年の3年間、学習回数は50万回とした。

当日の気温が平年値よりも高い日の日照時間の例を第1図に示した。「A：気温」の縦軸は気温、横軸は時間で、実線が当日の気温、点線が気温の平年値を表している。「B：日照時間」および「C：予測値」の縦軸は毎時の日照時間、横軸は時間とした。線形結合をとっているので、日照時間の予測値が1.0hを超えることや、0.0h以下になることもある。

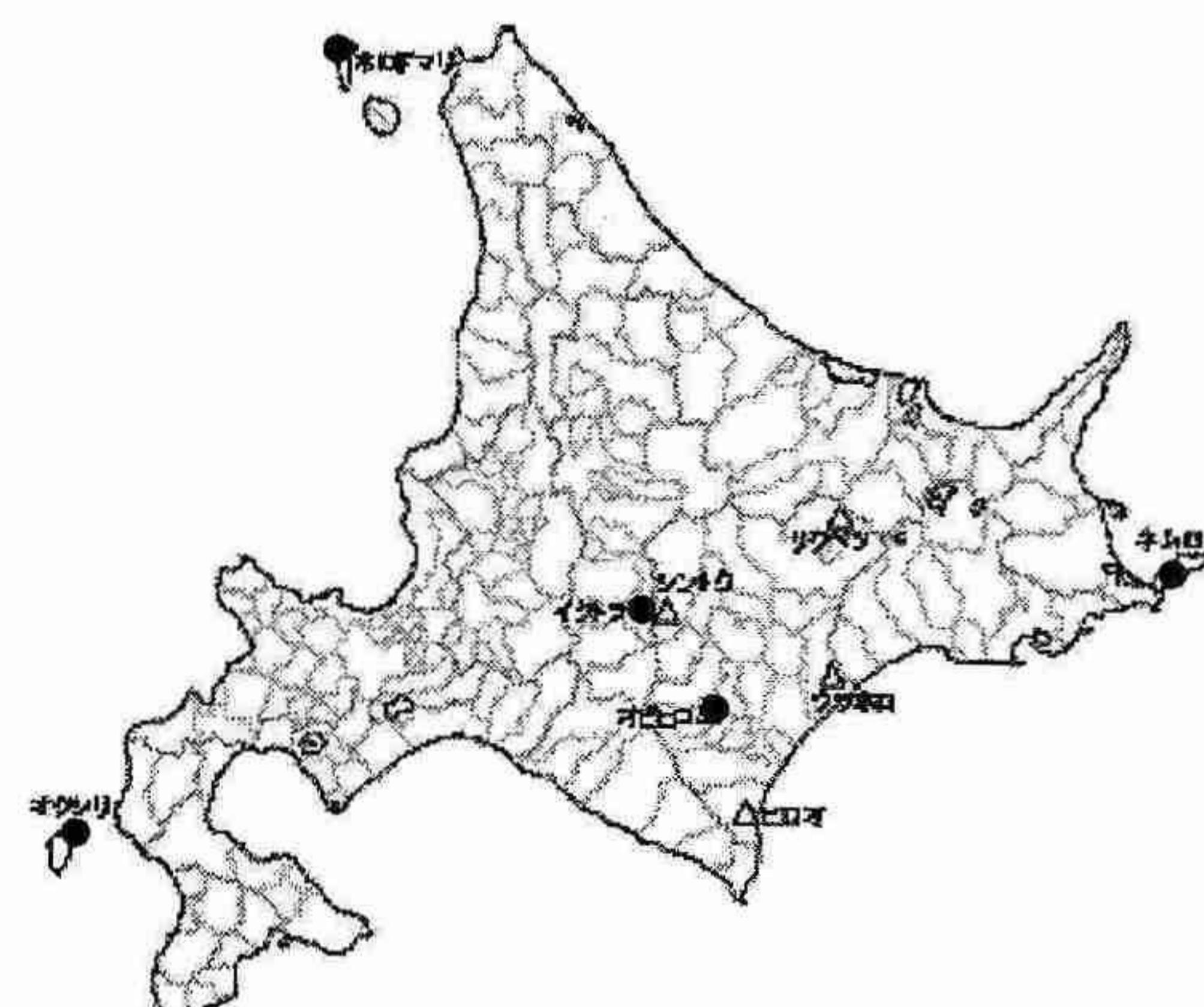


第1図 1992年6月28日(帯広)

1992年6月28日の帯広の天気は、晴れと快晴であった。曇りや雨で一時的に日照がある場合でもNNモデルで当日の日照が再現された。このことから、気温データの経時変化のパターンに日照時間の情報も含まれる可能性が示された。そこで以下では、気温データを気象要素の代表として用い、NNモデルの枠組みで地域気候の解析を行う。

3.2 気温の経時変化の予測

複数地点の過去の気温データから、当日の帯広の気温予測を行う。4層NNモデルの入力には5地点における前日、前々日の1時間毎の気温を用い、当日の帯広における時間毎の気温を出力させる。学習期間は第1983年から1992年までの10年間のJJAとした。入力5地点の選び方としては、北海道内の広域5地点を用いた予測と十勝管内の5地点を用いた予測を行い、比較した。入力地点が広域5地点の場合を北海道スキーム、入力地点が狭域5地点の場合を十勝スキームと呼ぶ。



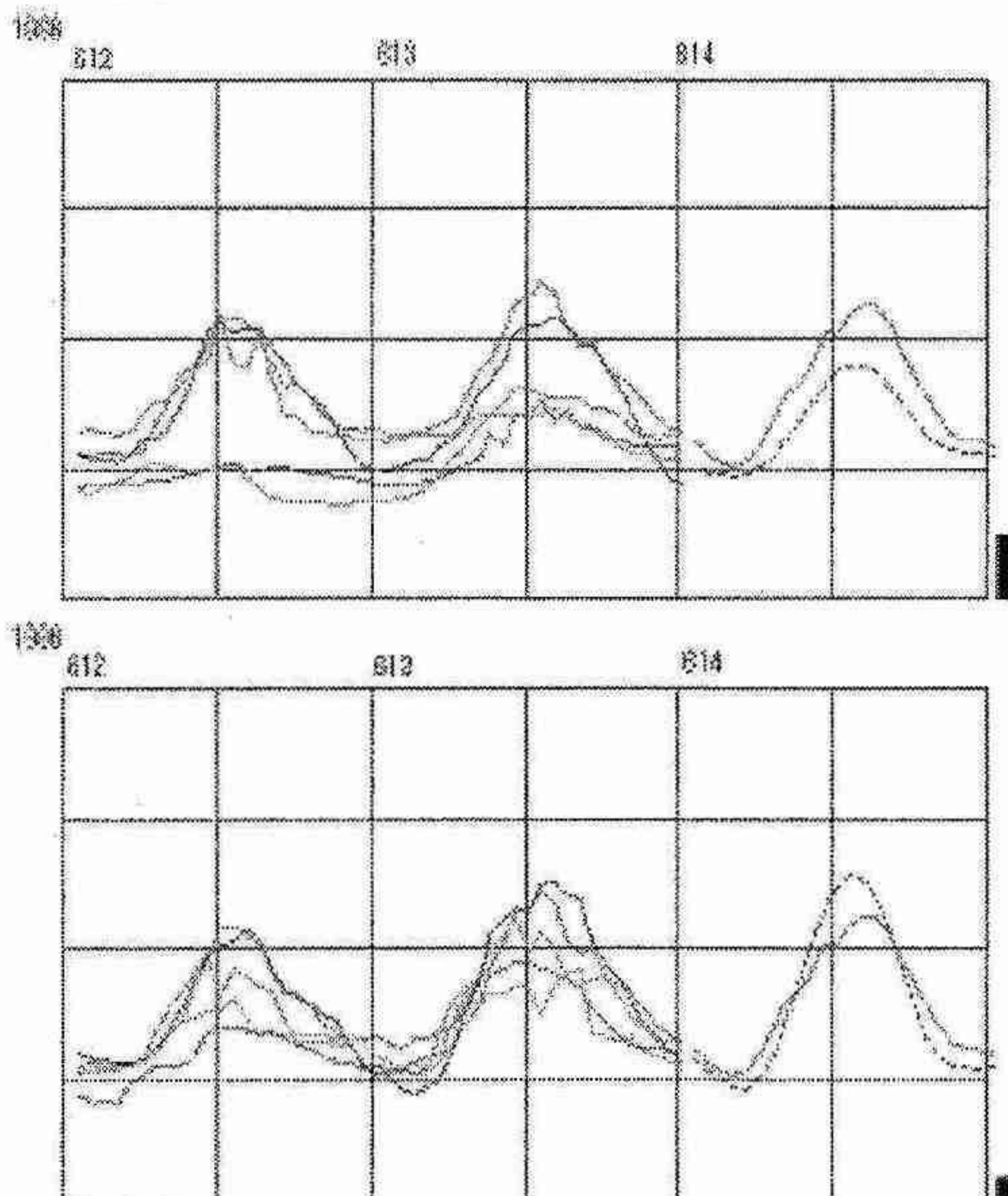
2図 入力地点の位置関係

ぶことにする。

北海道スキームでは、第2図に●で示した5地点(幌泊、奥尻、帯広、根室、幾寅)の気温データを用いた。幌泊は北からの温度変化、奥尻は西からの変化、帯広は同一地点での変化、根室は潮による変化、幾寅は日高山脈を抜けてくる風による変化等の情報を含むと思われる。十勝スキームでは、第2図に△で示した5地点(新得、陸別、帯広、広尾、浦幌)の気温を用いた。新得は日高山脈を抜けてくる風による温度変化、陸別はオホーツク海側からの変化、帯広は同一地点での変化、広尾および浦幌は海水温による変化等の情報を含むと思われる。

1980年から2000年までの非学習年に対する予測を行った。1996年6月12日の例を第3図に示す。どちらのスキームにおいても、当日の気温をNNモデルがノイズを拾わずにスムーズな曲線で予測するという様相が見られる。

北海道スキームの入力では、広域5箇所の気温が大きく異なり、前2日間での変化の仕方も異なる。十勝スキームでは、5箇所の気温が比較的近い値となっている。帯広は北海道の東側にあり、主に天気が西からやってくることを考慮すると、学習地点を西東に広く取った方がより良く学習すると一見期待される。しかし、十勝スキームは北海道スキームと同程度の信頼性を示した。



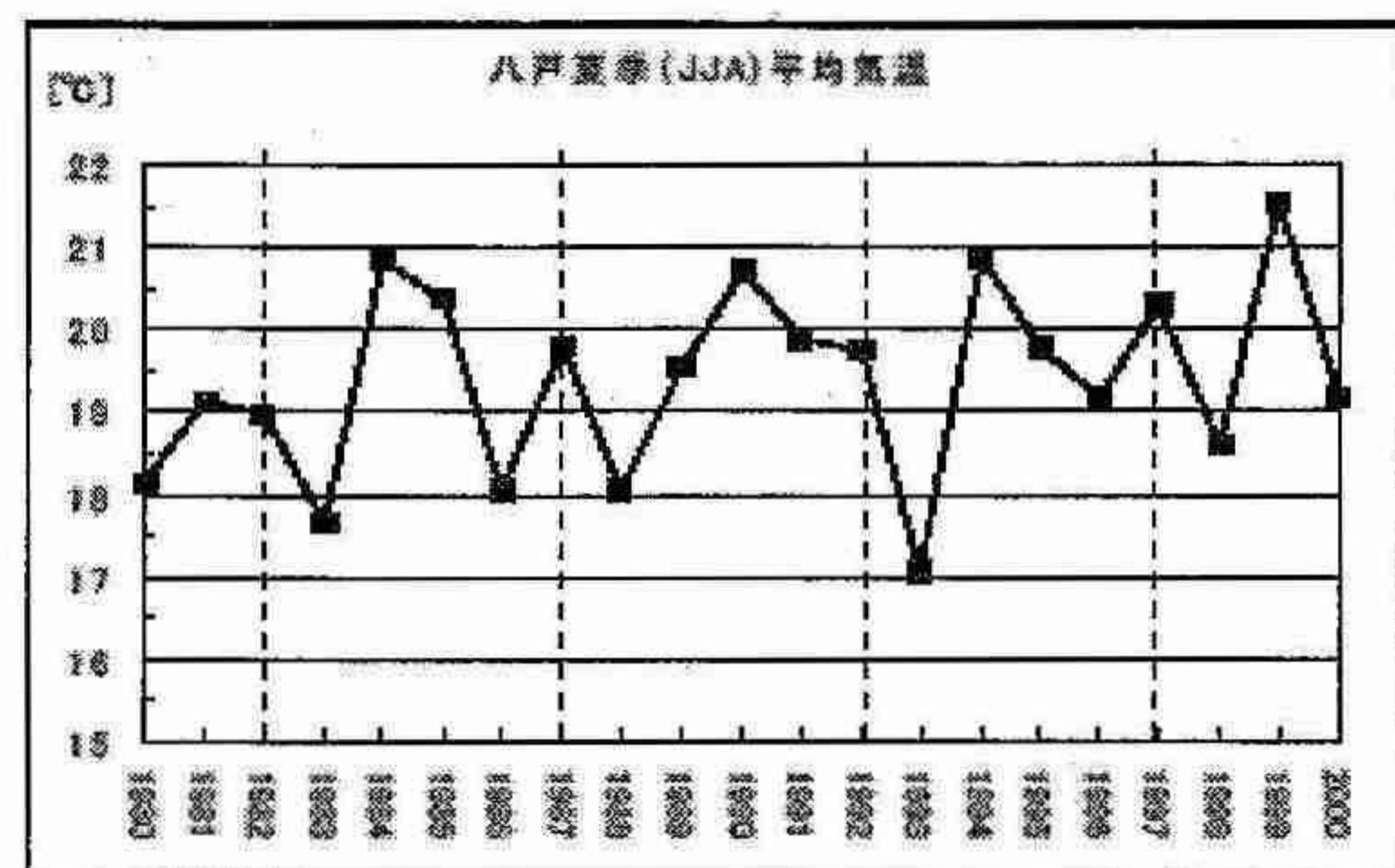
第3図 帯広の気温予測

上段が北海道スキーム、下段が十勝スキームの結果である。実測値を実線、予測値を点線で示した。横軸が時間、縦軸が気温を表す。縦軸の目盛り線は下から0°C、10°C、20°C、30°C、40°Cである。右端の棒グラフは24時間の自乗誤差を相対的に比較したものである。

狭域からの情報でも精度の良い気温予測が行えたことから、各地の気温の3日間の経時変化の中に気象のパターン情報が存在し、NNモデルがこれらのパターンに基づいて予測を行っていると考えられる。

3.3 周期的な気候パターンの解析(八戸)

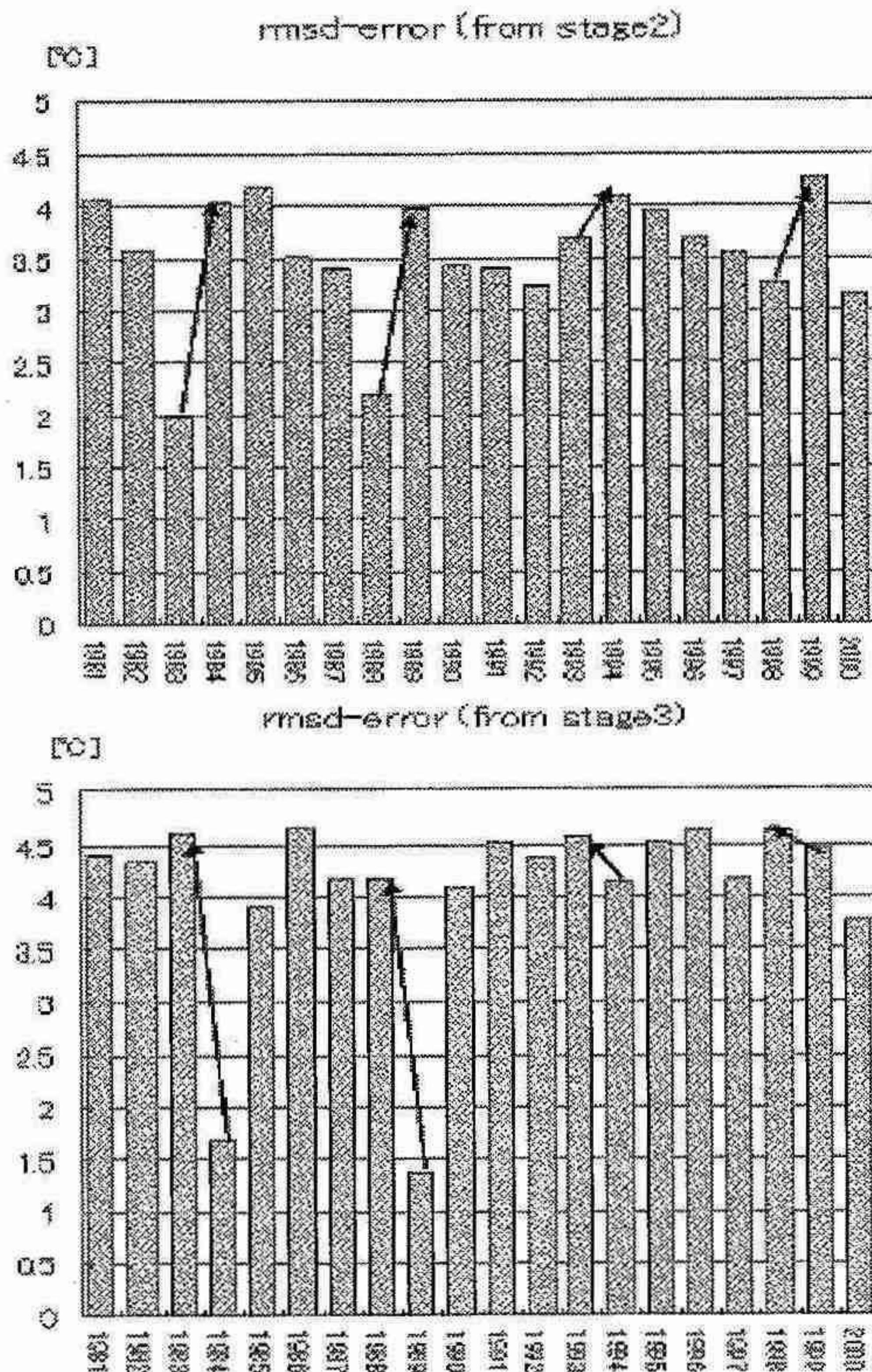
八戸のJJAの気候に周期性が存在することが指摘されている(KANNO, 2004)。八戸のJJAの気温には5年ごとの周期性がある(第4図)。本研究ではNNモデルが気候に含まれる周期性を認識するかについて冷夏年のみを学習させた場合と猛暑年のみを学習させた場合で、他の年度に対する予測精度に違いが出るか調べた。



第4図 八戸の夏季平均気温の周期性
横軸: 年度、縦軸: 夏季三ヶ月の平均気温

学習期間を冷夏年の1983年と1988年の2年間とすると、5年ごとに現れる冷夏年に比べて猛暑年に対する誤差が大きくなる(第5図上)。一方、学習期間を猛暑年の1984年と1989年の2年間とすると、5年ごとに現れる猛暑年に比べて冷夏年に対する誤差が大きくなる(第5図下)。冷夏年・猛暑年以外に対する予測については、二つの場合で大きな違いはなかった。

以上のこととはNNモデルが、猛暑年と冷夏年を異なるカテゴリーに分類していることを意味し、NNモデルが長期的な気候変動の解析に有効である可能性を示唆している。



第5図 JJA平均気温予測の自乗誤差

横軸:年度、縦軸:平均自乗誤差

4. まとめ

4層NNモデルによる解析により、気温データが日照時間という他の気象要素の情報を内包する事がわかった。また、気象の変化を認識できる程度の広域からの気温予測と狭域からの予測精度を比較した。その結果に大きな違いがないことから、気温の経時変化には地域の気象パターンが存在する可能性が示された。最後に、八戸の事例を用いて周期的な気候パターンの存在をNNモデルが認識する可能性を示した。

今後の課題として、気温と湿度等の他の気象要素との関係性や帯広でのJJAの周期性の解析を進めていきたい。

参考文献

- ・前多修二, 1996: 階層型ニューラルネットワークによる地域気象の内部表現, 帯大研報 19(1996), 03-211
- ・Hiromitsu KANNO, 2004: Five-year Cycle of North-South Pressure Difference as an Index of Summer Weather in Northern Japan from 1982 Onwards. J. Met. Soc. Japan, 82(2), 711-724
- ・渡辺登夫, 2001 : データ学習アルゴリズム, 共立出版
- ・James A. Anderson : An Introduction to Neural Networks, The MIT Press
- ・気象研究ノート第202号(2002), 日本気象学会

4. 石狩湾における2008年の上位蜃気楼

大鐘 卓哉（小樽市総合博物館、北海道・東北蜃気楼研究会）
金子 和真（気象予報士、北海道・東北蜃気楼研究会）

1. はじめに

小樽市沖合の石狩湾では、上暖下冷の気層構造に起因した光の屈折現象である上位蜃気楼（以下蜃気楼）が、4月から8月にかけて年に10回程度観測される。大規模な蜃気楼は年に1回観測される程度で、江戸時代から「高島おばけ」と呼ばれている現象である。2008年は、蜃気楼発生期待度の予報（金子2009）を拡充し、観測カメラによる監視体制を強化した。結果、筆者が蜃気楼を観測して以来、屈指の大規模な蜃気楼を観測したので状況を報告する。

2. 2008年の上位蜃気楼観測

石狩湾における蜃気楼の発生を確認するため、蜃気楼シーズンである4月から8月にかけて、小樽市高島にインターバル撮影機能付デジタルカメラを2台設置し、対岸の石狩湾新港と銭函海岸の方向を撮影した（図1）。また小樽市朝里に石狩湾新港方向をインターネットライブ中継するカメラを設置し、蜃気楼発生の監視を行った。さらに、蜃気楼発生が予想される場合に、目視やビデオカメラ等による直接観測を適宜行った。

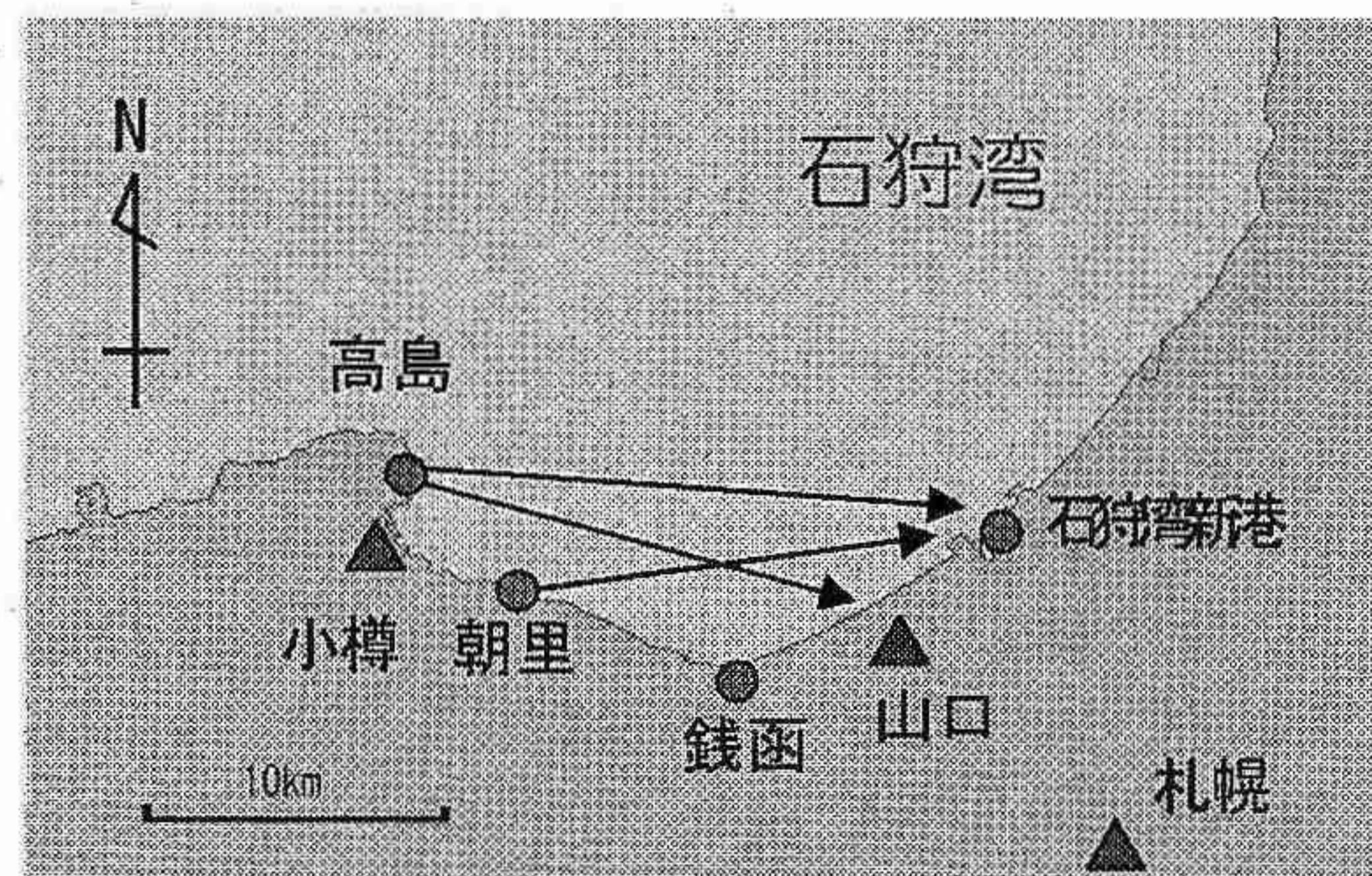


図1 石狩湾岸における蜃気楼観測カメラの撮影方向

観測の結果、2008年において9回の蜃気楼発生を確認した。観測したのは、4月に1回、5月に4回、6月に4回で、蜃気楼の規模としては、小規模が3回、中規模が3回、大規模が1回、特大規模が2回であった。例年よりも観測回数は少ないが、規模の大きな蜃気楼を3回も観測できたことが特徴的である。さらに蜃気楼シーズンの後半である6月の、それも夕刻近くに特大規模の蜃気楼が観測されたのは、石狩湾では今までに例がない特徴である。

1998年の観測開始以来、石狩湾における観測史上屈指の特大規模の蜃気楼は、2008年6月3日と6月23日に観測した。

6月3日には、16:40～18:20に蜃気楼発生を確認

し、特に規模が大きかったのは17:20～18:00であった（図2）。高島では観測カメラが、朝里ではライブカメラと筆者の直接観測を行った。

6月23日には、15:30～19:50に蜃気楼の発生を確認できたが、日没後に暗くなったため何時に終了したかは不明である。特に規模が大きかったのは、16:54～19:04であった。高島では観測カメラと筆者による直接観測、朝里ではライブカメラによる観測を行った（図3）。また、高島岬では、19:15～19:17に夕日が蜃気楼現象により変形しているのを筆者が直接観測した（図4）。

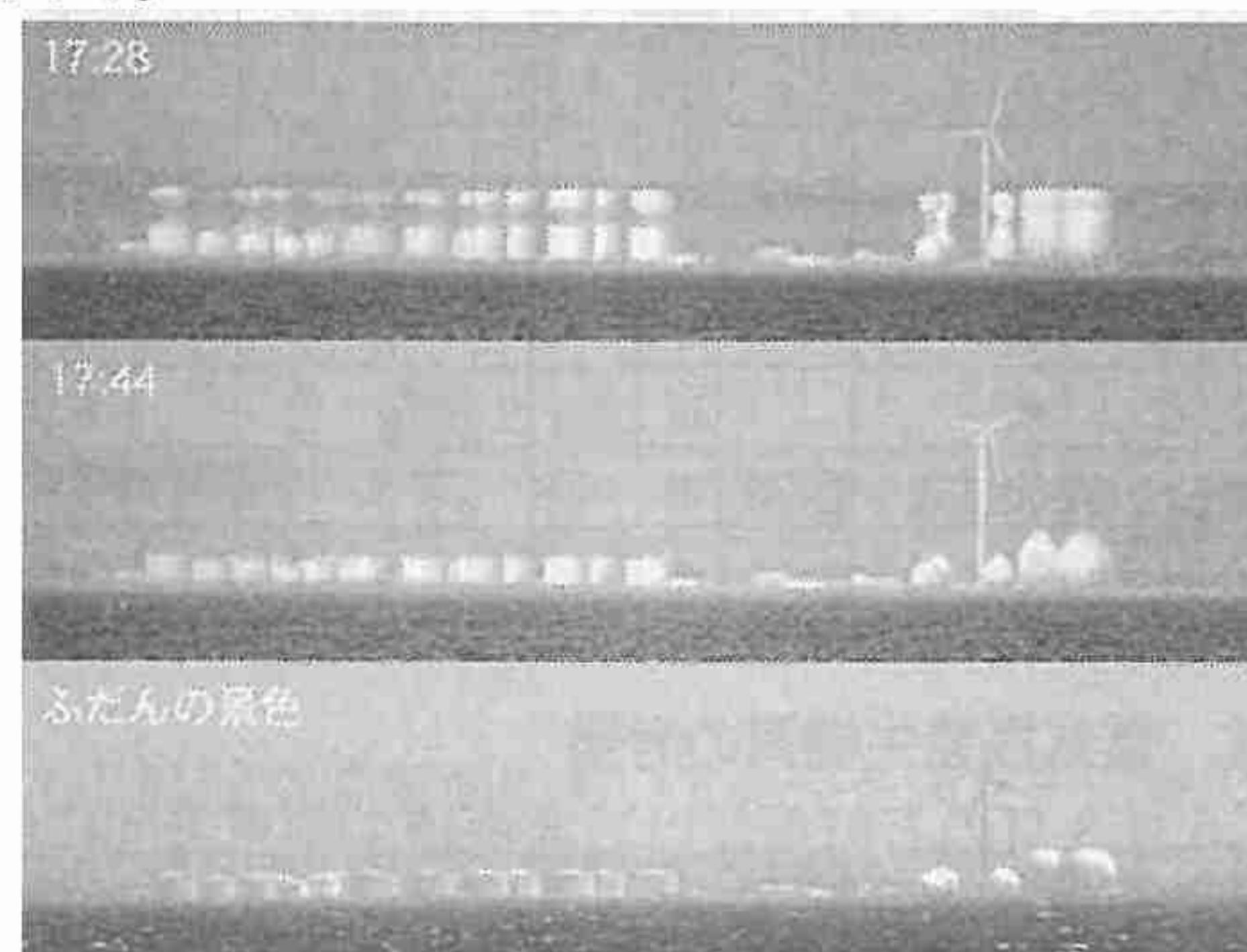


図2 朝里から観測した石狩湾新港の上位蜃気楼
(2008年6月3日撮影)



図3 高島から観測した石狩湾新港の上位蜃気楼
(2008年6月23日撮影)

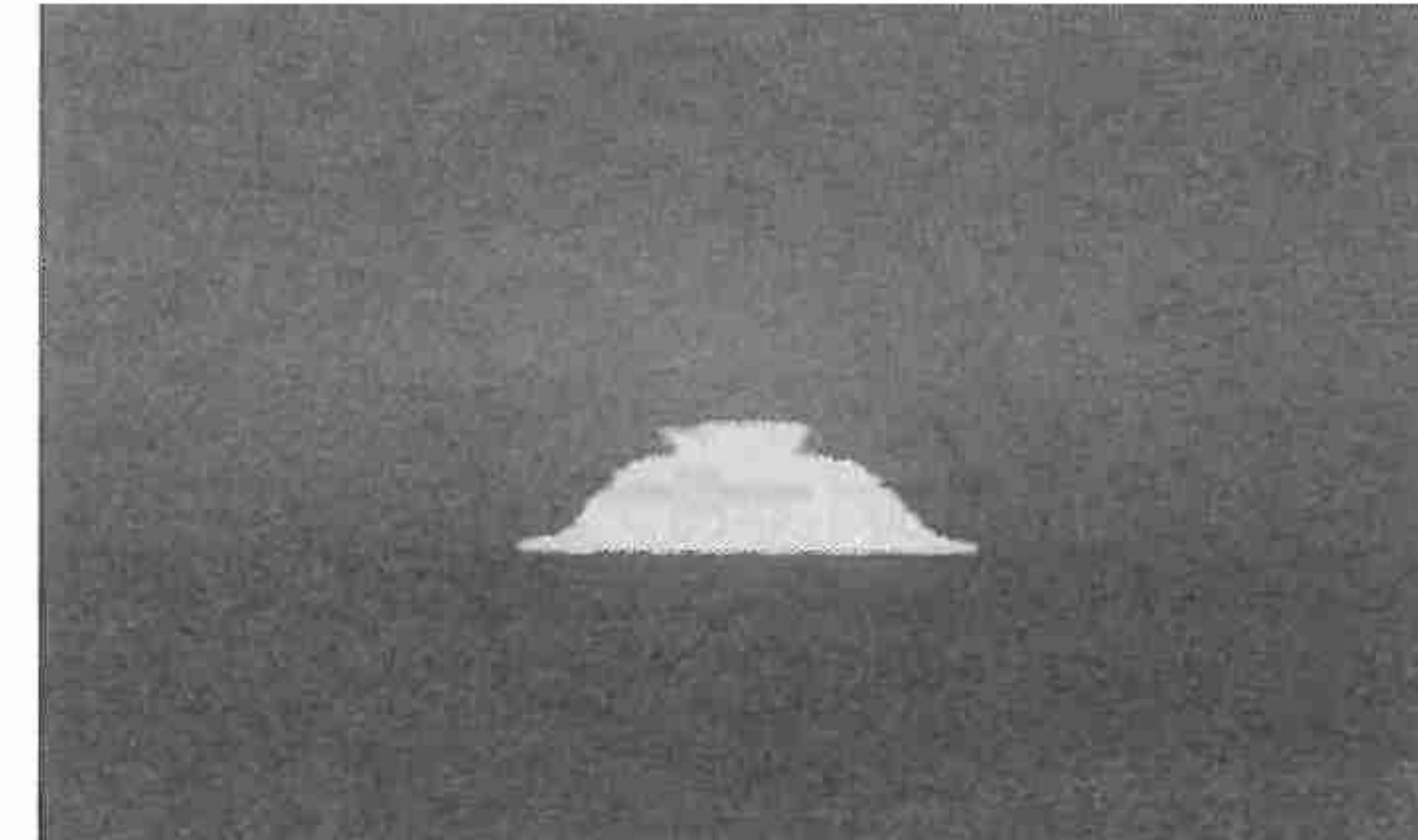


図4 高島岬から観測した夕日の上位蜃気楼
(2008年6月23日撮影)

3. 曜気楼発生期待度予報

小樽市総合博物館において、2008年4月29日から8月18日まで、特別展「曜気楼の神秘を探る」を開催するのに連動し、石狩湾における曜気楼発生期待度を特別展会場と特設ホームページに一般公開した。発生予測するための要素としては、石狩湾の海水面温度、予想される湾岸周辺陸地の気温・風向・風速・日射、そして気圧配置等の要素である。それらを総合的に判断し、発生期待度を前日に数値化した。予報を行った2008年4月27日から8月18日までの114日間において観測された曜気楼は8回で、発生期待度ごとの発生確率を算出したところ、期待度が高いほど発生確率が高く(表1)、期待度予報に妥当性があると評価できる。

表1 2008年4月27日から8月18日までの曜気楼発生期待度ごとの発生確率

発生期待度 (%)	発生確率 (%)	発生回数 (回)	予報回数 (回)
0	0	0	34
10	0	0	29
20	4	1	27
30	17	2	12
40	33	2	6
50	38	3	8
計	—	8	114

4. 曜気楼発生機構の考察

6月3日の石狩湾岸は、北海道の南東方向に位置する高気圧に覆われ、総観的に南寄りの風が吹いており、晴天であった。曜気楼発生前には日射により気温が上昇し、山口では札幌よりも気温が高かった。曜気楼発生時には山口において風向が北寄りに変化し、急激な気温低下が見られた。このことにより、まず陸地で温められた暖気が南寄りの風により南岸から石狩湾上へ移流し、その後、石狩湾北方からの冷涼な風が北寄りの風により、暖気の下層に吹き込み、石狩湾上に上暖下冷の気層構造を形成したと推察できる。これは今までの石狩湾における曜気楼発生機構(大鐘2001)と合致する事例で、この北寄りの冷気の移流が、曜気楼発生の重要な要素であることを示唆している。

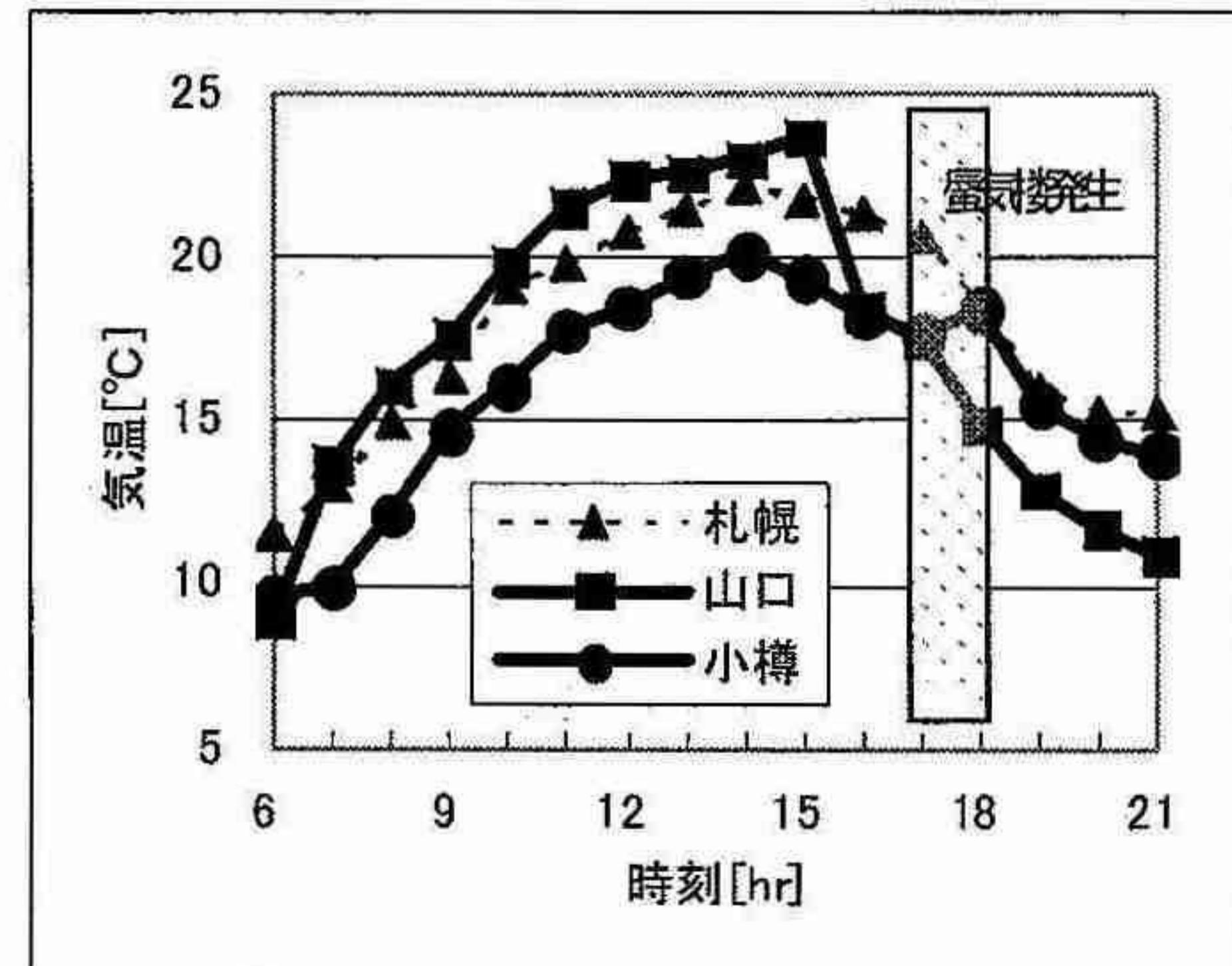


図5 6月3日石狩湾周辺 AMeDAS における気温変化

一方、6月23日の石狩湾岸は、北海道の北東方向に位置する高気圧に覆われ、総観的に北寄りの風が吹いており、晴天であった。曜気楼発生前には、日射による内陸の札幌での気温上昇は見られるものの、北寄りの海からの冷涼な風のため、湾岸の山口と小樽の気温上昇は見られない。曜気楼発生時には、夕刻にもかかわらず小樽における気温上昇が特徴的で、これは北寄りの風が西寄りに変化し、小樽西方の内陸で温められた暖気が移流したためと考えられる。この西寄りの暖気の移流が、当日の曜気楼発生のための上暖下冷の気層構造を形成することに大きくかかわっていることが示唆される。

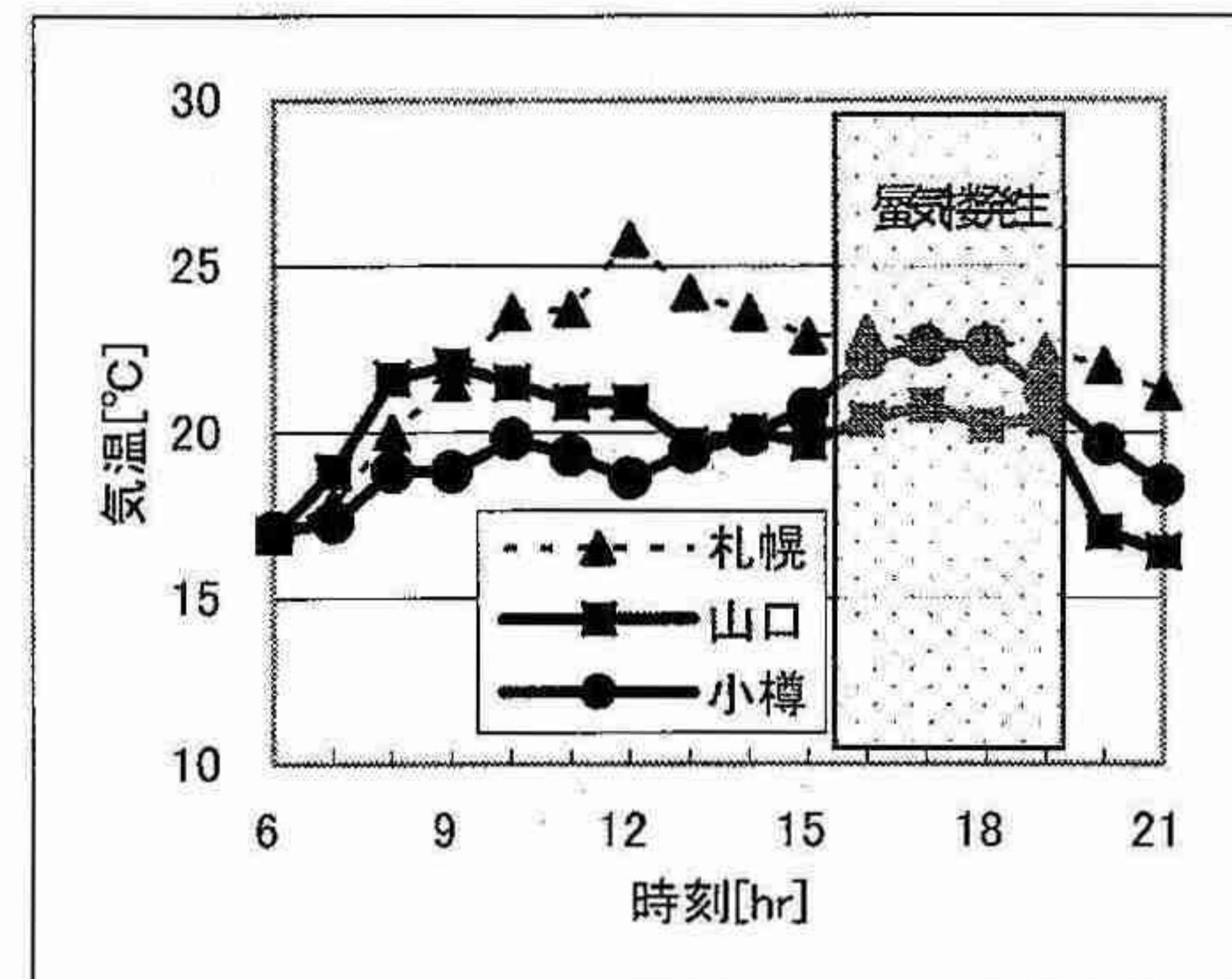


図6 6月23日石狩湾周辺 AMeDAS における気温変化

5. まとめ

曜気楼発生機構をさらに解明し、発生予測が向上することで、市民が珍しい気象現象である曜気楼を観察できる機会が増え、気象に対する関心が高まることが期待できる。

6月3日の曜気楼発生期待度は50%と高い値を算出し、結果として大規模な曜気楼を確認した。これは当日の気圧配置が、典型的な曜気楼発生パターンであったためである。この事例は、大鐘(2001)の発生機構を補強するものであり、今後も研究を深めていく必要がある。

一方、6月23日の気圧配置は、今までの事例として特に注目していないパターンであった。そこで期待度は若干低めの30%と算出した。結果として、高い値ではなかったにもかかわらず、大規模な曜気楼を確認した。今後曜気楼発生をより精度よく予測する上で、新たな発生機構に関する研究を進めていく必要がある。

参考文献 :

- 大鐘卓哉, 2001, 石狩湾の小樽沖に発生する上位曜気楼, 日本気象学会春季大会予稿集 P350
- 金子和真, 2009, 2008年小樽市総合博物館「曜気楼特別展」における高島おばけ発生予報のまとめ, 日本曜気楼協議会研究発表会要旨
- 本研究は、日本財団により支援を受けた小樽市総合博物館の特別展「曜気楼の神秘を探る」における観測成果などをもとに実施した。

5. 隣接閉領域トラッキング

稻津 将 (北大大学院理学研究院)

1. はじめに

総観擾乱は日本付近の寒候期の天候に大きく関係する擾乱である。これを定量的に表す流儀に、固定された地点の気圧振動としてオイラー的に捉える方法 (Blackmon 1976) と、気圧極小点を追跡することでラグランジュ的に捉える方法 (Hoskins and Hodges 2002) の2通りがある。全球格子点データが整備されると前者の方法によるストームトラック活動度の定量的な評価がなされるようになった。

一方、後者は天気図解析以来の歴史があるが、トラッキングを客観的に行うことが難しかったため、前者の方法が隆盛して以降、一時衰退してしまった。しかし、近年、数値モデルや解析データの高解像度化に伴い、客観的な手法でラグランジュ的トラッキングが試みられはじめた。

しかし、これら現代的トラッキング手法を以ってしても以下の3つの問題点を十分に解決したとは言い難い。

(1) フィルタをかけずに海面更正気圧の極小をトラックする場合、惑星規模変動が強調される。また、大規模山岳上では海面気圧の計算時に補外の影響が無視できず、これに伴う偽トラックが発生しやすい。

(2) 隣接する時間フレームで中心点が近接するものをトラックの対象とする方法が主流である。

その方法ではどの程度近接している場合にトラックとして情報連結するかを主観的な指標で定めなければならない。このため、天気図上では併合（分裂）の過程であるような例では1つのトラックの継続ともう1つのトラックの消滅（生成）としてしか表現できない。

(3) トラッキングの最終的な出力はトラック密度である。しかし、従前のそれには様々な定義が存在し、そのいずれも一体上空に何個の低気圧が通過したかが一目瞭然ではなかった。

本研究の目的は、上記3つの問題を包括的に解決するトラック方法を提案し、それを用いて様々な天気図上の低気圧の動的特性や形状を純客観的な手法により定量化することである。

2. 隣接閉領域トラッキング

本研究で用いるトラッキングは隣接閉領域トラッキング(Neighbor Enclosed Area Tracking; NEAT)である。上記(1)の問題を解決するために、2日から8日の周

期帯を取り出すフィルタを施した850hPa 南北風を用いた。このデータに対し、各時間毎に10m/sを超える格子点に対し連結成分標識法(Samet 1989)を用いて附番した。上記(2)の問題を解決するために、時間方向にも同様に連結成分標識法を適用した。つまり、隣接する時間フレームで附番された閉領域同士が重なり合う場合に同じ番号を付して、トラックの連結を行う。

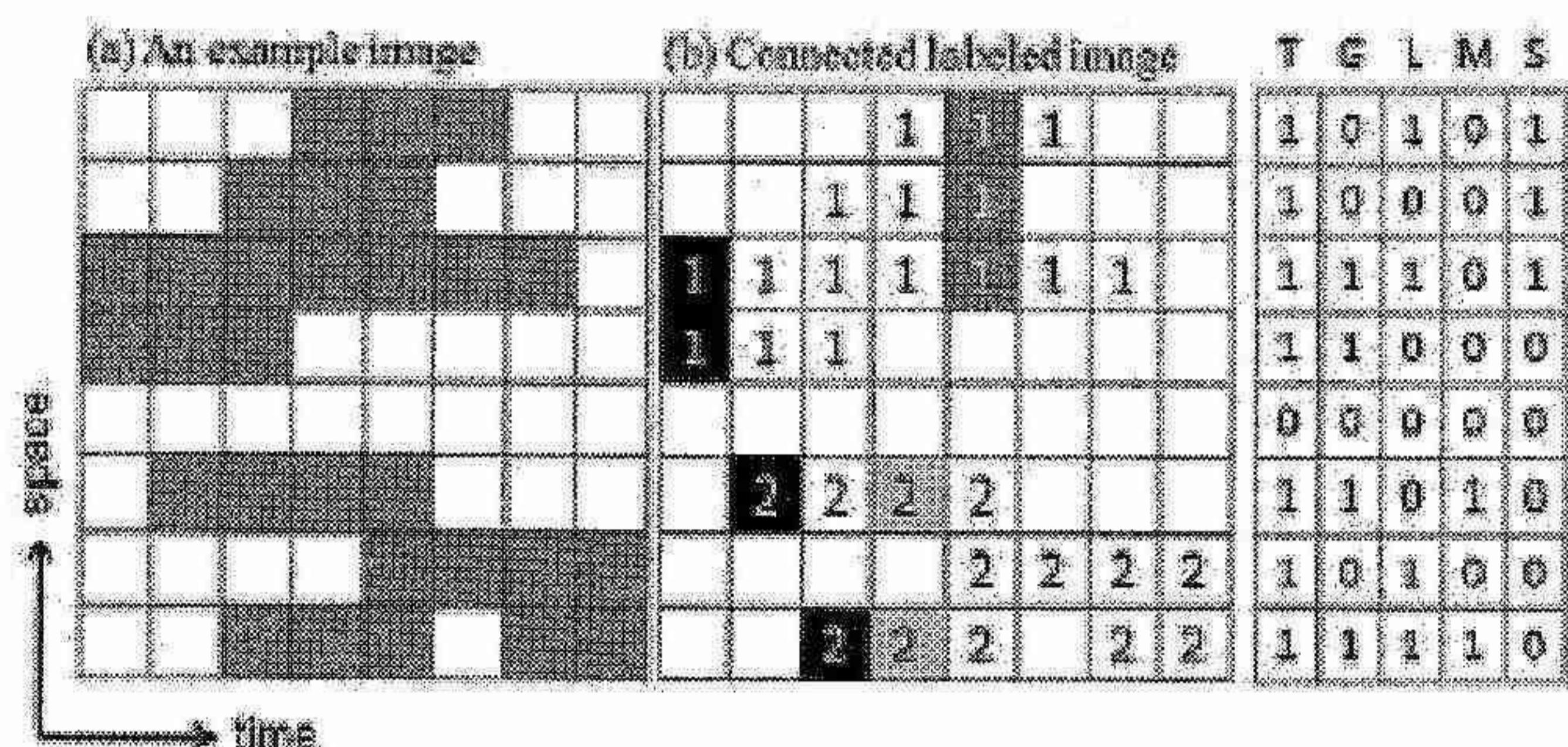


図 1 (a) 時間空間断面において条件を満たす領域の例。(b) (a)の例の場合、連結成分標識で附番およびトラッキングを行った図。白抜きは生成域を、濃影は分裂域を、淡影は併合域を表す。(b)の右にこの例におけるトラック数(T)、生成数(G)、消滅数(L)、併合数(M)、分裂数(S)を各空間格子点毎に記述した。

これにより、2以上の閉領域が1つの閉領域に重なる併合や分裂も表現できることとなる。また、閉領域の大きさの増減が成長率を表すなど閉領域の図形的特徴を追跡することも可能となった。最後に(3)の問題は、単に低気圧が何個通過したかを計数することで密度ではなく数で表現することで解決した。図1の時間空間断面に併合と分裂の例を示した(紙面の都合により詳細の解説を省略する)。

3. 北半球冬季平均図

図2はJRA25/JCDASを使って計算した北半球冬季平均のトラック数、トラック生成数、トラック併合数、およびトラック分裂数である。従来のオイラー手法で示されたような、太平洋および大西洋における活発なストームトラックが確認できる。さらに、最新のトラッキング手法で見られた地中海から中東に伸びる副次的なトラック活動域も同定された。また、生成数みると、中国東北部、揚子江河口付近、日本の東海上と

といった限定された領域に大きな数がある(Adachi and Kimura 2007)。併合数および分裂数の極大は、ストームトラック活動度の極大の西および東にそれぞれ位置していた。日本の東海上で併合の極大が存在するのは、天気図解析的な感覚に一致する。

謝 辞 :

JRA25/JCDAS データは、気象庁ホームページより高玉孝平氏と天田祥太郎氏の協力を得て、ダウンロードした。

本研究は科学研究費若手(B)18740293 および21740335 並びに環境省地球環境総合推進費 S-5-3 の資金援助を得た。

参考文献

- Adachi, S. and F. Kimura (2007), A 36-year climatology of surface cyclogenesis in East Asia under high-resolution reanalysis data. SOLA, 3, 113–116.
- Blackmon, M. L. (1976), A climatological spectral study of the 500 mb geopotential height of the Northern Hemisphere. J. Atmos. Sci., 33, 1607–1623.
- Hoskins, B. J. and K. I. Hodges (2002), New perspectives on the Northern Hemisphere winter storm tracks. J. Atmos. Sci., 59, 1041–1061.
- Inatsu, M., 2009: The neighbor enclosed area tracking algorithm for extratropical wintertime cyclones. Atmos. Sci. Lett., submitted. 1
- Samet, H. (1989), Connected component Labeling using quadtree, J. Assoc. Comput. Mach., 28, 487–501.

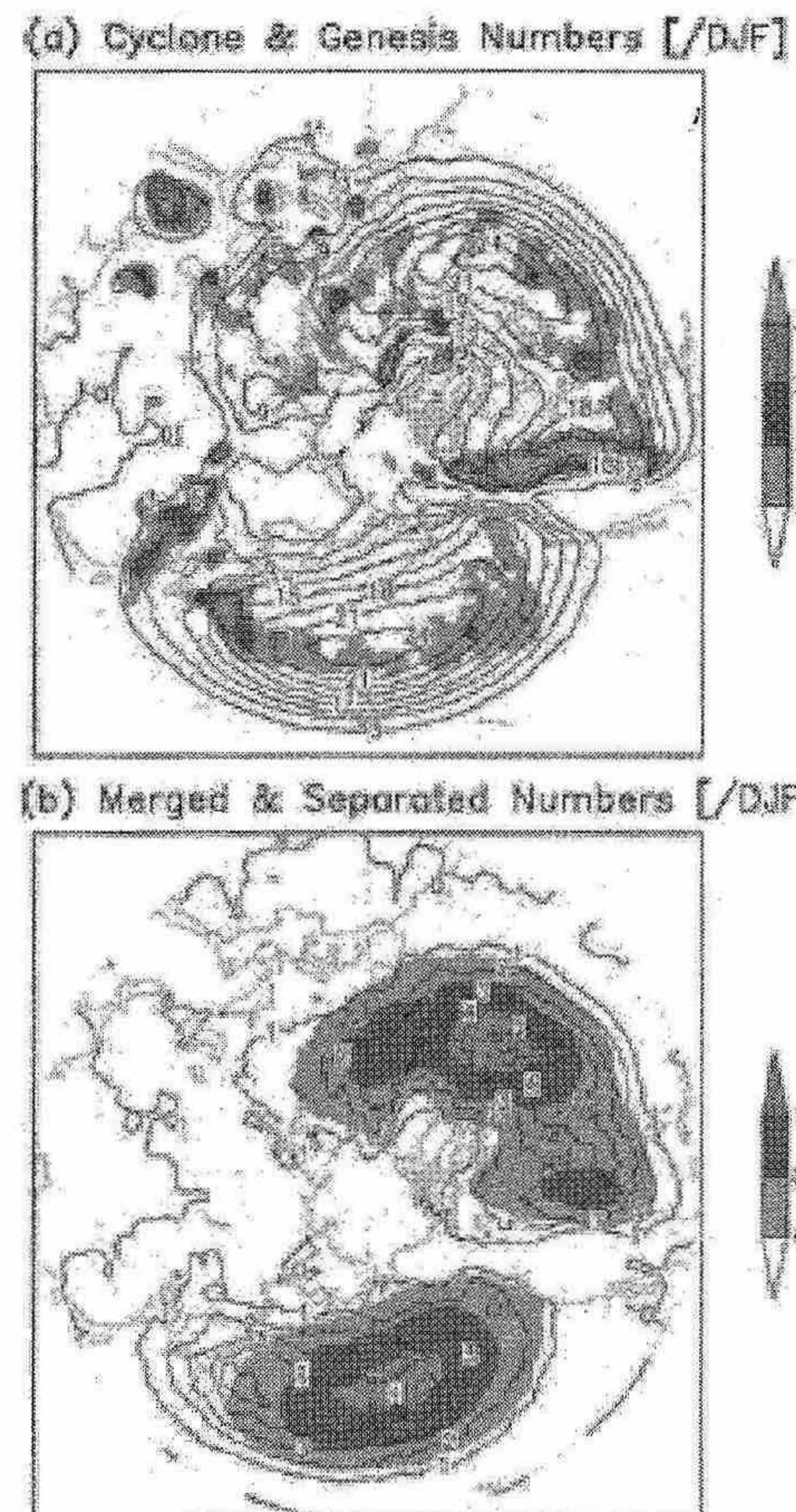


図2 (a) 北半球冬季平均トラック数(等値線間隔3個)と
トラック生成数(影)。
(b) 北半球冬季平均トラック併合数(等値線間隔
1個)とトラック分裂数(影付)。

連絡先：〒060-0810 札幌市北区北10条西8丁目
北海道大学大学院理学研究院自然史科学部門
Tel:011-706-3549
E-mail: inaz@mail.sci.hokudai.ac.jp

6. 天気予想と台風 その7

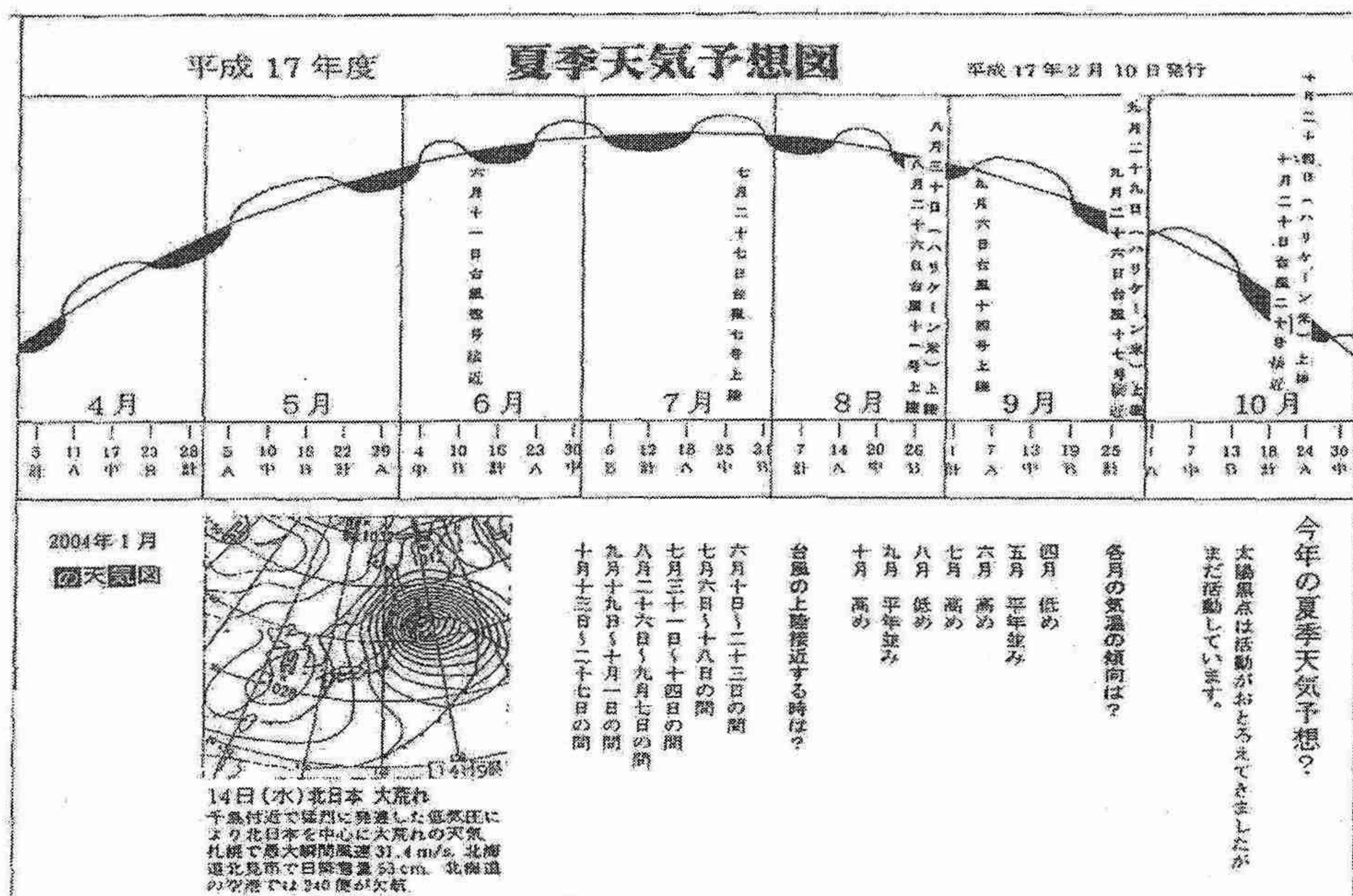
松木 昇 (北見市)

平成17年少し前の天気予想図です、1回より6回迄同じように発表してきました。毎年2月10日に作成しています、太陽黒点は8月より調べ2月10日頃迄観測します。天気予想を作る為4月より10月迄の表を作ります。太陽黒点により低温を予想します、それにより台風の上陸、接近を予測します。すると今迄此のようになつたのです、7月台風が外れその他合っていたのです、またアメリカのハリケーンまで合っているのです。8月ハリケーンでは大きな被害を受けました。9月、10月も合つたのです。

又有珠山が大爆発を起こし多大な被害受けました、なぜか太陽活動静か時に大爆発が起きるのです。平成19年9月頃より太陽活動静かになり現在に至っています。

	計	A	中	B							
16年8月	29		8/4	★6	10		★16				
9月	★21		27	★10/1	★3		9				
10月	14		※20		★28		11/2				
11月	★7		14	★17	20	★24	26	★30			
12月	★2		9		15		★22				
17年1月	28		1/4	★7	10	★13	17				
2月	17		23		3/1		7				
3月	13		19		25		31				
17年4月	5				11	★13	17		★23		
5月	22		★26		★29			★6/4		10	
6月	★16				23	★26	30	★11/3	6	★9	
7月	★12				18		26		★31		
8月	7				14	★17	20	★23	★26		
9月	★1		★4		7	★10	13	★15	19	★21	
10月	18				24		30		11/4		

★は太陽黒点が中央線を通過した日



凶作群と8月の計算

1832年 8月 6日 →33年 8月 9日 34年 8月 13日 35年 8月 17日 36年 8月 19日		21年	→ (1843年) 1844年 8月 12日 45年 8月 13日 46年 8月 14日 47年 8月 16日 48年 8月 18日		22年
1853年 8月 5日 64年 8月 7日 55年 8月 10日 →56年 8月 13日 57年 8月 17日	● 4月	22年	1866年 8月 13日 →67年 8月 14日 68年 8月 14日 69年 8月 16日 70年 8月 19日		22年
1875年 8月 6日 76年 8月 7日 77年 8月 10日 →78年 8月 14日 79年 8月 18日		22年	1888年 8月 13日 →89年 8月 14日 90年 8月 15日 91年 8月 17日 92年 8月 19日		22年
1897年 8月 6日 (明30) 98年 8月 8日 99年 8月 11日 1900年 8月 14日 →01年 8月 18日		22年	1909年 8月 12日 (明42) 10年 8月 14日 ●7/19 11年 8月 15日 12年 8月 15日 →13年 8月 17日 (大2)		22年
1919年 8月 7日 (大9) 20年 8月 8日 →21年 8月 11日 22年 8月 15日 23年 8月 19日		22年	1931年 8月 13日 (昭6) 32年 8月 14日 →33年 8月 15日 34年 8月 16日 35年 8月 18日		22年
1941年 8月 7日 (昭16) 42年 8月 9日 43年 8月 12日 →44年 8月 15日 ●6/23 45年 8月 19日		21年	1953年 8月 14日 (昭28) →54年 8月 15日 55年 8月 16日 56年 8月 16日 57年 8月 18日		22年
1962年 8月 7日 (昭37) 63年 8月 8日 64年 8月 8日 →65年 8月 12日 66年 8月 16日		22年	1976年 8月 14日 (昭60) →76年 8月 15日 77年 8月 15日 ●8/6 78年 8月 17日 79年 8月 19日		22年
1984年 8月 7日 (昭60) 85年 8月 8日 86年 8月 10日 →87年 8月 13日 88年 8月 16日 (平1)		22年	→ (1996年) 1997年 8月 6日 (平9) 98年 8月 16日 99年 8月 17日 2000年 8月 17日 ●3/31 01年 8月 19日		22年
2006年 8月 7日 (平18) 07年 8月 8日 08年 8月 9日 09年 8月 12日 10年 8月 16日			2019年 8月 14日 (平31) 20年 8月 15日 21年 8月 16日 22年 8月 17日 23年 8月 19日		

(注: 矢印一は太陽黒点最低年、●有麻山の噴火)

