

8. 福井における酸性降下物の由来

THE ORIGIN OF ACID DEPOSITION AT FUKUI

井上 頼輝*

Yoriteru INOUE

ABSTRACT ; Fukui Prefecture faces Japan Sea and receives air pollution from China mainland. China shows more than 10% per year of high economic growth and uses coals with high sulfur content as main resources of energy. It is afraid that Fukui would receive severe damage by acid deposition in the future. Air which arrives at Fukui is simulated by inverse trajectory analysis. Air at Fukui arrives from China mainland from October to April, and from Pacific Ocean in July and August. Other months are transient of winter and summer season, air comes from almost all direction.

KEY WORDS ; acid deposition, inverse trajectory

1. はじめに

酸性雨は、大気中に放出された人為と天然起源の硫黄酸化物や窒素酸化物が緩慢な化学反応で硫酸や硝酸に酸化され、拡散による希釈を受けて数日後に数十 km から千数百 km 離れた地帯に降下するものである。最初は北欧・北米などの先進工業国周辺で見られる環境問題であったが、近年中国をはじめとしてアジア、南米など、その被害範囲は拡大してきている。わが国でも欧米とほぼ同程度の酸性雨が降っているにもかかわらず、顕著な被害はまだ見られない。このまま被害が現れないものかどうかを明らかにするために福井を例として一連の研究を行う。わが国の空気は春先の黄砂を見てもわかるように主として中国から飛来する。中国は年率約10%の盛んな経済成長をしており、硫黄分を多く含む石炭を主なエネルギー源としているので、将来中国の影響を受けることが心配される。福井を例として選んだのは勤務地であることと、日本海に近く、わが国の中ではとりわけ中国の影響を受けやすい位置にあるためである。

2. 福井に到達する空気

2. 1 逆 Trajectory 解析

福井に到達する空気の飛跡を、解析全体の必要精度から Trajectory Model を用いて計算する。Eliassen の北欧 Norway で行った研究¹⁾を参考に、福井を終点として空気塊の流跡をさかのぼって求めて行く。空気の流跡は高度によってかなり違うものである²⁾。混合層内の空気は地表の局所的な影響を受けて空気塊の全体的な移動を示さないで、混合層より少し上の 850 hPa 層を取り上げることが多い。ここは地表面の局所的影響の無くなった最低の高度であり、汚染物質の移流拡散が主として行われる混合層の風系に近いと考えられている。気圧 850 hPa は高度 約 1500 m に相当する。高層風は図-1 に示す多くの地点で毎日標準時0時と12時の2回観測されている。我が国には20の観測点、朝鮮半島と中国、シベリアには34の観測点が存在する。福井においては高層気象の観測は行われていないが、近くでは輪島、潮岬、

*福井工業大学 工学部 建設工学科 Department of Construction Engineering, Fukui Institute of Technology

米子で行われている。ある点における 850HPa 面の風速・風向は (1) 式で求める。

$$V = \frac{\sum_{k=1}^{54} \frac{V_k}{r_k^2}}{\sum_{k=1}^{54} \frac{1}{r_k^2}} \quad (1)$$

ここに

V = 求める点の 850HPa 面での風速・風向

V_k = 観測点 k の 850HPa 面での風速・風向

r_k = 求める点と観測点 k との距離

これはある点の風速・風向は距離の二乗に反比例して観測点の風向・風速の影響を受けるとするものである。まず、ある日の福井（東経 136.2 度、北緯 36.05 度）における風速・風向を (1) 式で求め、これを 12 時間 延長することにより半日前の空気の位置を推定する。高層気象観測は 12 時間ごとに行われているので、その位置での風速・風向を求めてさらに 12 時間前の位置を推定する。この操作を繰り返して福井に到達する空気塊の流跡を 1993 年の毎日、各日 15 日間追跡した。

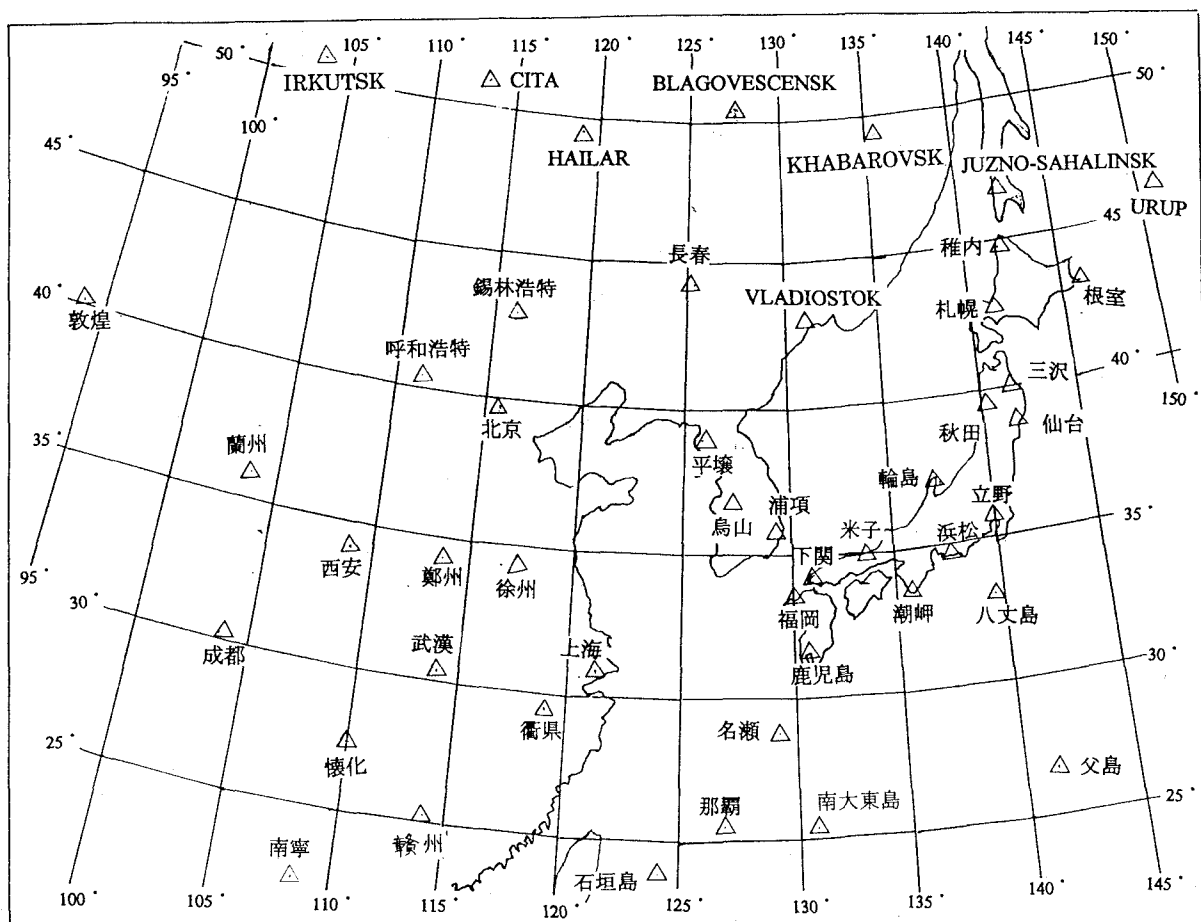


図-1 東アジアにおける高層気象の観測点

2. 2結果と考察

1993年の偶数月、すなわち2月、4月、6月、8月、10月、12月の流跡線を図-2～図-7に示す。なお奇数月の結果は別報³⁾に示している。全般的に見ると10月から5月までの8ヶ月間は大陸高気圧が優勢で、空気塊は大陸奥部より福井に到達する。大陸においては高気圧のために風は弱く、日本海に近くなるにつれて急に移動速度を増す傾向が見られる。また日本海上は等圧線が混んでいるので風速は大きい。夏の7、8月は太平洋高気圧が発達し、空気は南海上から到達する。6月と9月は夏と冬の季節の変わり目で、空気塊はほぼ全方位からやって来る。夏には台風が多く、この場合空気塊はその影響を受けて複雑な動きを示す。

3. まとめ

汚染物質がどのような経路で福井に運ばれて来るかについて simulate した。汚染物質は季節ごとに特徴を持った経路を辿っており、7、8月は太平洋上から来るが、その他の季節はおおむね中国大陆から来ているので、大陸の影響を強く受けることがわかる。ことに日本海にごく近い福井への影響は大きい。今後は我が国、朝鮮半島、中国大陆、台湾の酸性降下物原因物質の発生量と福井への長距離輸送を解析することにより、福井の酸性降下物成分への各国の寄与を各月ごとに求める予定である。なお、本研究は文部省科学研究費基盤研究C「九頭竜川流域を例とした酸性降下物による陸水の酸性化に関する研究」を受けたことを付記し、感謝の意を表する。

参考文献

- 1) Eliassen A and J. Saltbones “ Decay and Transformation Rate of SO₂ as Estimated from Emission Data “ Atmospheric Environment vol.9 pp 425-429 (1975)
- 2) 村尾 直人、太田幸雄、山形 定、近藤 浩毅、佐藤 久靖 “大気汚染物質の広域輸送を対象とした流跡線解析手法の研究 “ 土木学会第4回地球環境シンポジウム講演集 123-128頁 (1996年)
- 3) 井上 頼輝 “ 福井に到達する空気の逆 Trajectory 解析 ” 福井工業大学研究紀要 27号 191-197頁 (1998年)

二月は大陸高気圧の勢力が強く、北ないし北西の風が多い月であるが、この年は例年より勢力が弱く、南海上の前線が日本付近まで北上し、その上を低気圧が通過して行く日が多かった。このため風向も南西の日が数日見られる。

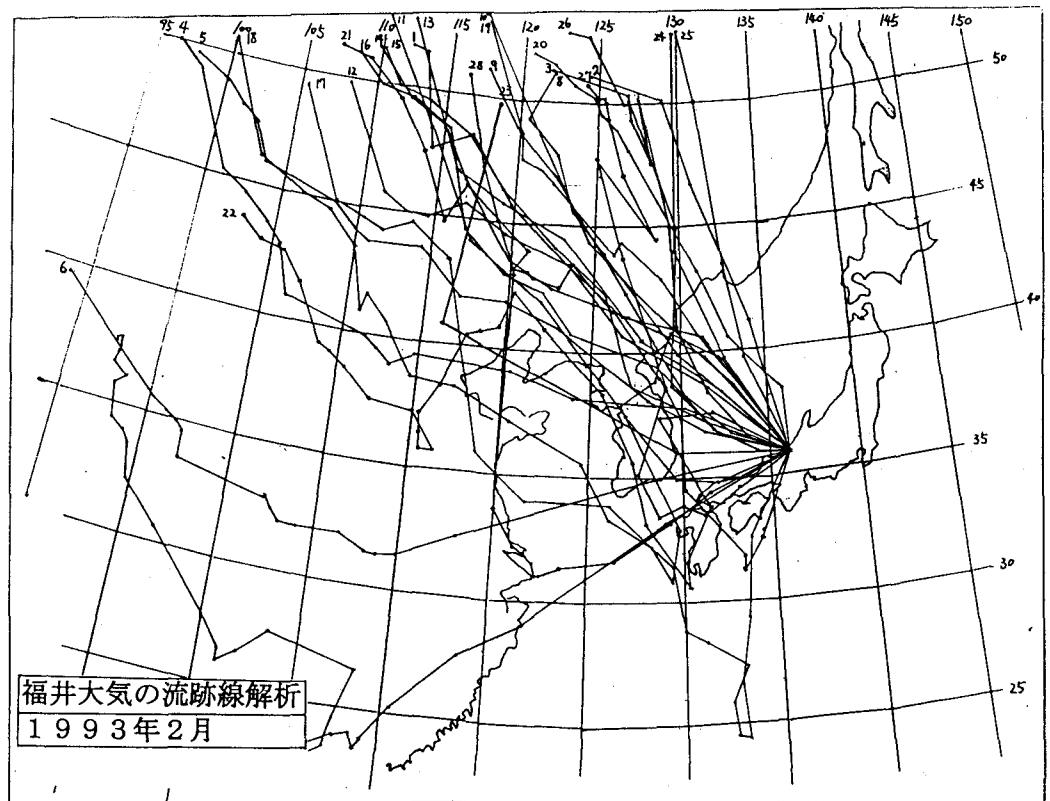
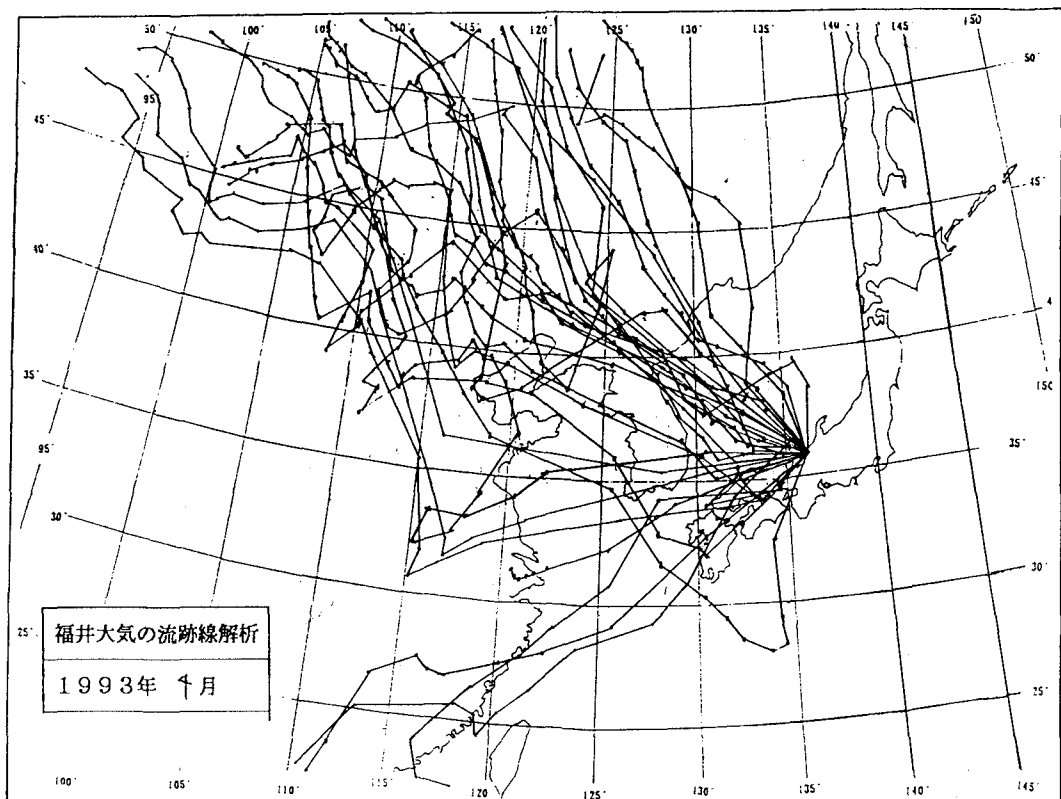


図-2 1993年2月の福井への流跡



四月は冬の季節風が吹き止み、移動性高気圧と低気圧が約4日の周期で去来する。流跡線も冬に比し短くなり、複雑な動きをするものが増加する。

図-3 4月の福井への流跡

6月2日に日本列島は北陸を除いて早くも梅雨入りし、南岸に前線が停滞した。全体的に等圧線は疎となり、風速は小さく、流跡線は短くなっている。シベリアばかりでなく、中国中・南部からの風も多くなり、冬から夏への季節の変わり目であることを示す。

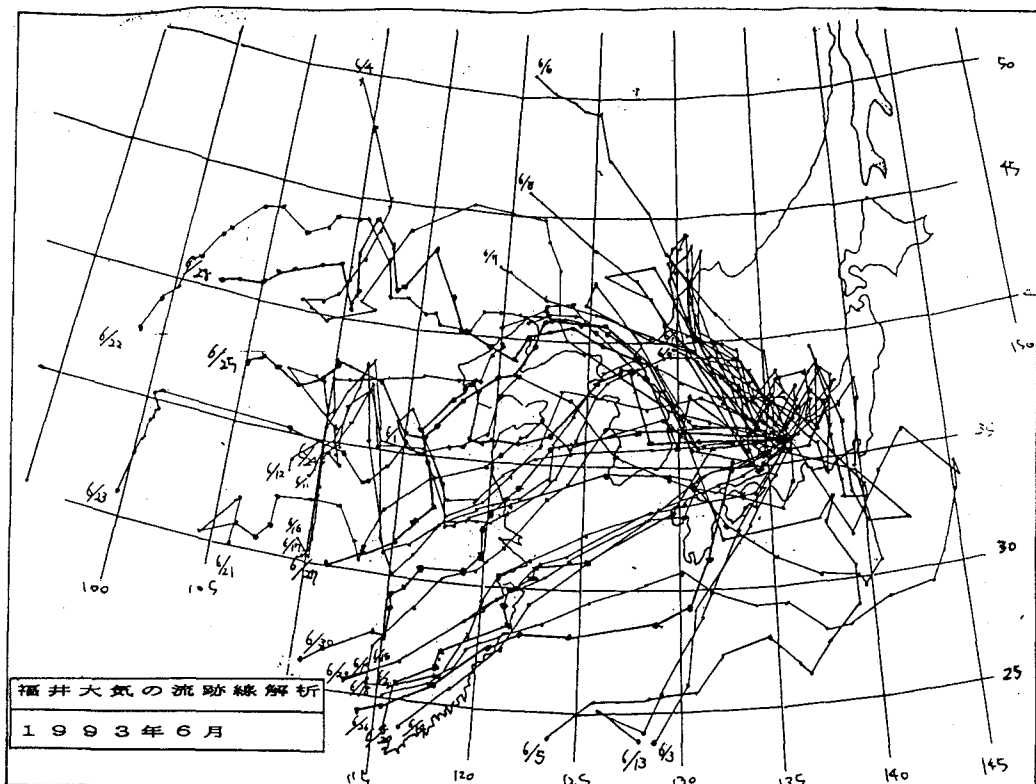


図-4 6月の福井への流跡

1993年の夏は梅雨明け後も不順な天候が続き、本州を中心に冷夏となった。長雨や日照不足、低温傾向で野菜は高騰し、夏場の産業に深刻な影響を与えた。これは太平洋高気圧の張り出しが弱く、寒冷なオホーツク高気圧が例年になく強かったことによる。弱かったとはいえ太平洋高気圧が発達し、大陸に低気圧がで

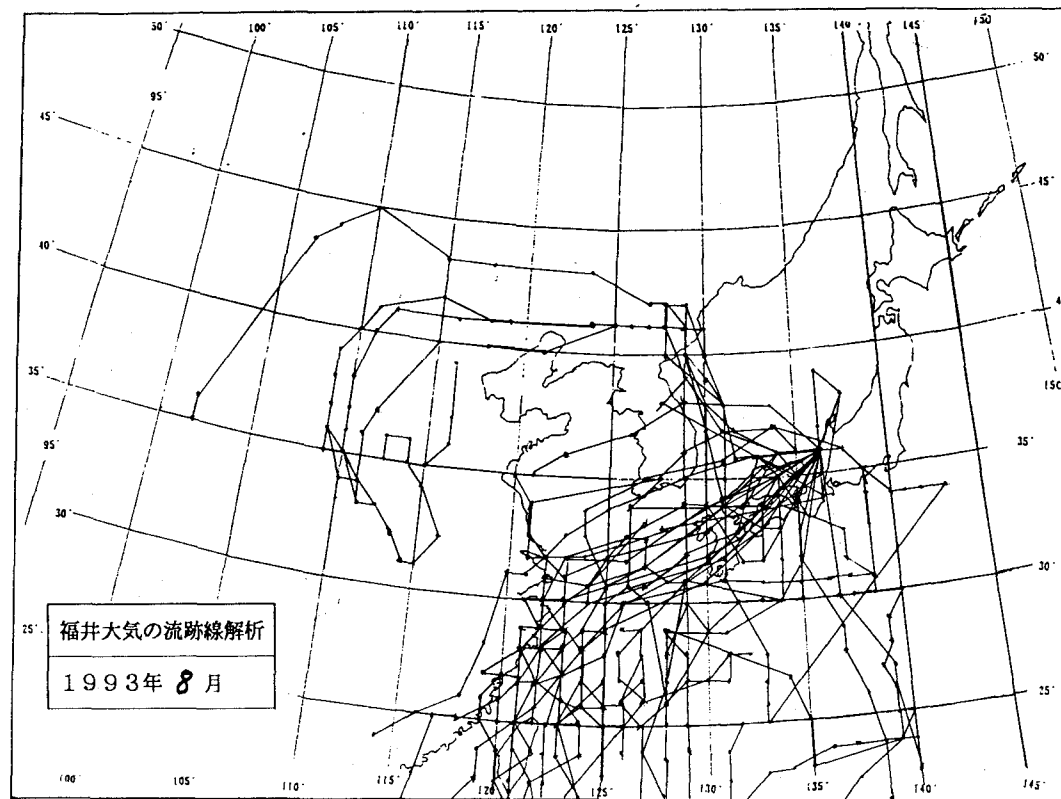


図-5 8月の福井への流跡

きたため8月の風は主として南海上から吹いて来たが不順だった天候を反映して真夏であるにもかかわらず大陸から気団が到達した日も5日間見られる。

10月は上旬に台風19号、20号が相次いで本州に接近し、中旬は高気圧が北に偏って通ったものの秋晴れの日が多く、下旬は冬型の西高東低の気圧配置で日本海側でしづめる日が見られた。このため福井の気象は主として中国大陸から来ている。

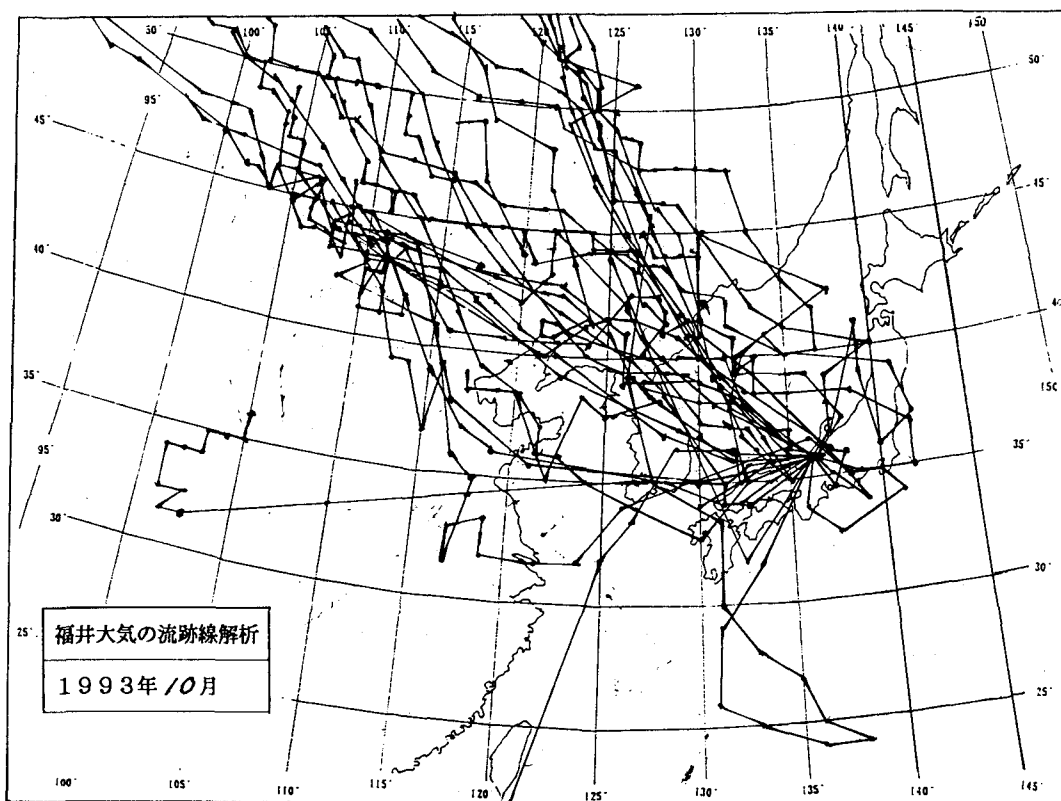
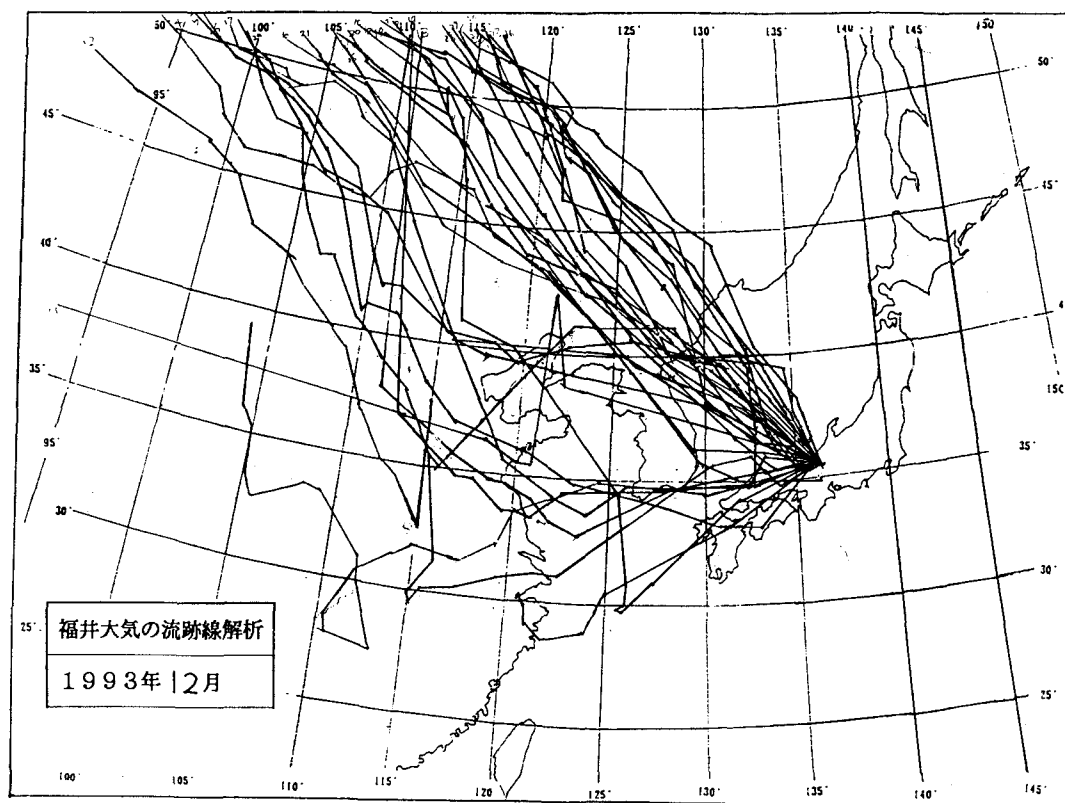


図-6 10月の福井への流跡



12月は大
陸高気圧が
勢力を増す
とともに三
陸沖に低気
圧が発達し、
日本付近は
等圧線が南
北に密に並
んで北西の
季節風が強
く吹いた。
このため大
陸奥地から
気団が福井
に到達する。

図-7 12月の福井への流跡