

福井に到達する空気の逆 TRAJECTORY 解析

井 上 頼 輝*

Inverse Trajectory Analysis of Air Arriving at Fukui

Yoriteru Inoue

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 effect of acid rain 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.

1. はじめに

前報¹⁾において、福井の将来を地球環境の視点より概観した。すなわち国連の気象変動に関する政府間PANEL (ICPP) 1995年の報告書は、21世紀末には二酸化炭素濃度の増加により平均気温が約2℃上昇し、それに伴って海面が約50cm上がる可能性が強いことを示している。この場合年平均気温14.0℃の福井は大雑把に言って高知(年平均16.3℃)あたりの気候となること、熱帯性植物である米の増収が期待できるが、雑草や病虫害も勢力を増すので、その対策に追われる可能性があること、50cmの海面上昇は福井県では海岸線を平均約30m後退させるが、他府県に比して被害はあまり大きくないことなどを指摘した。酸性雨について見ると、我が国の空気は春先の黄砂を見てもわかるように、主として中国大陆から飛来する。中国は現在の所、年率10%を越す盛んな経済成長をしていること、酸性雨原因物質である硫黄を多く含む石炭を主なエネルギー源として使用していること、福井は日本海にちかく、中国大陆の影響を受けやすい位置にあることなどから、現在は酸性雨の影響はほとんど見られないが、将来は福井においても欧米や中国重慶地区のような深刻な被害を受けることが心配される。そこでまず福井に到達する空気の由来を季節ごとに推定し、酸性雨原因物質の長距離輸送解析の一助とする。

2. 逆Trajectory 解析

酸性雨は硫黄の燃焼により発生する SO_x や、主として自動車の排ガス中に含まれる NO_x が数日かかって硫酸や硝酸に酸化され、降雨に含まれて降下するものである。日本列島付近の空気は一日約500km西から東に移動するから、酸性雨原因物質の数千kmに及ぶ長距離輸送を解析

* 建設工学科 土木工学専攻

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 層は高度約 1500 m に相当する。高層風は図-1 に示すような多くの地点で毎日グリニッジ標準時 (GMT) 0 時と 12 時の 2 回観測されており、data は日本気象協会から発行されている⁴⁾。我が国には 20 の観測点、朝鮮半島と中国には 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、米子で行われている。ある点における 850 HPa 面風向・風速は (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 850 HPa 面での風向・風速

V_k = 観測点 k の 850 HPa 面での風速・風向

r_k = 求める点と観測点 k との距離

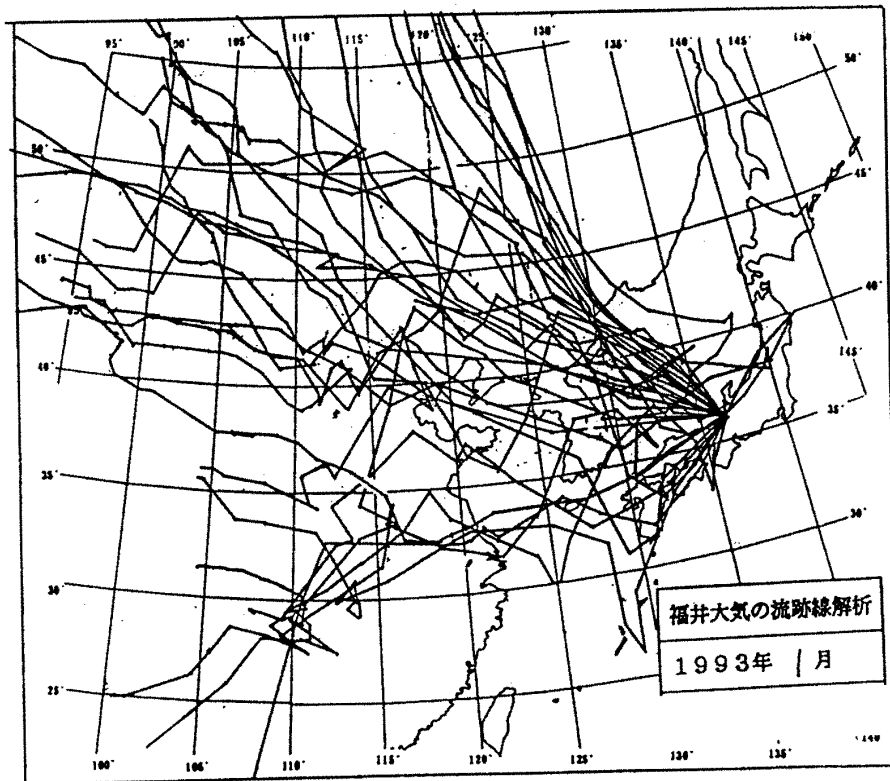
これはある点の風速・風向は距離の二乗に反比例して観測点の風向・風速の影響を受けるとするものである。まず ある日の福井 (東経 136.2 度 北緯 36.05 度) における風向・風速を求めこれを 12 時間 延長することにより 12 時間前の空気の位置を推定する。高層気象観測は 12 時間毎に行われているので、その位置の風速・風向を求めてさらに 12 時間前の位置を推定する。この操作を繰り返して福井に到達する空気塊の流跡を 1993 年の毎日、各日 15 日間追跡した。

3. 結果と考察

1993 年」の奇数月、すなわち 1 月、3 月、5 月、7 月、9 月、11 月の流跡をそれぞれ図-2, 図-3, 図-4, 図-5, 図-6, 図-7 に示す。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、日本海に近づく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ことが多く、風速は大きい。夏の 7, 8 月は太平洋高気圧が発達し、空気は太平洋から到達する。5 月、9 月は夏と冬の季節の変わり目で、空気はほぼ全方位からやってくる。夏には台風が多く、この場合飛跡はその影響を受けて複雑な動きを示す。

4. まとめ

気象庁の風系 data をもとにして汚染物がどのような経路で輸送さ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たどっており、7, 8 月は太平洋から来るが、その他の季節はおおむね中国大陸から来ているので大陸の影響を強く受けていることがわかる。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、中国大陸、台湾の酸



一月は大陸高気圧の力が強く、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、その上を低気圧が次々と通過してゆく日が多かった。このため風向も南西の日が数日見られる。

図-2 1993年1月の福井への流跡

三月上旬は冬型の気圧配置で等圧線の間隔も狭く、風速が大きいため流跡も長なっている。
中・下旬は冬型も弱まり、中国大陸から移動性高気圧が去来し、等圧線の間隔も広まって風の弱い日が見られるようになる。

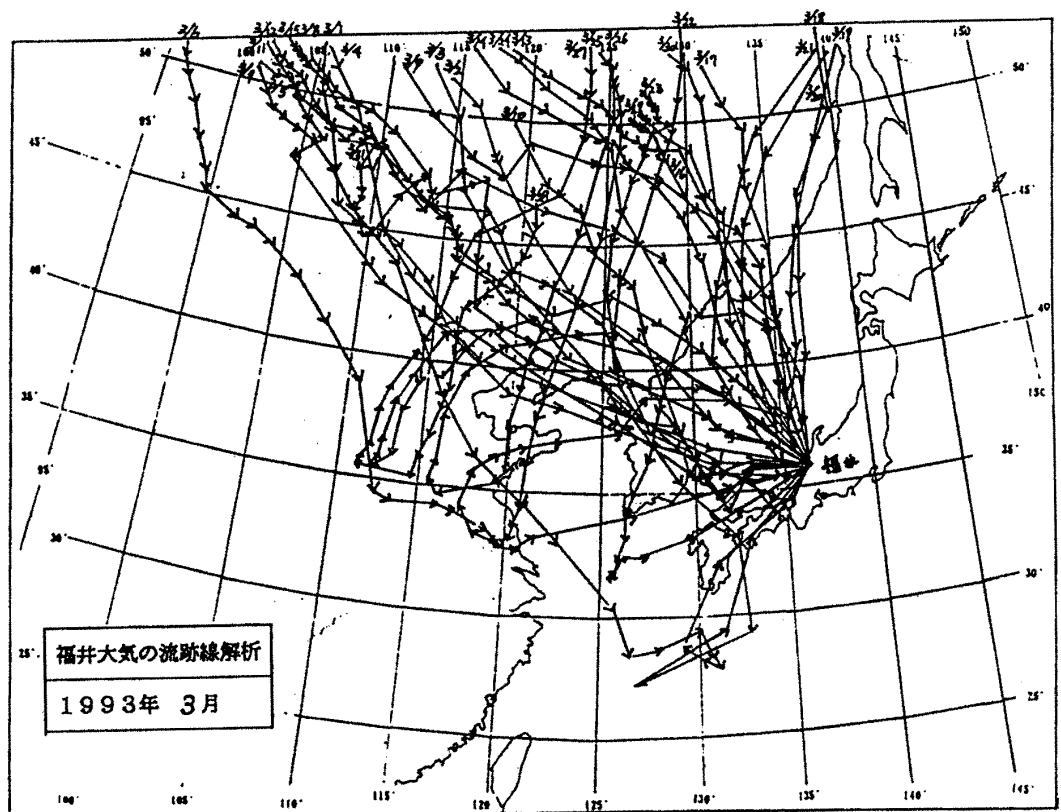
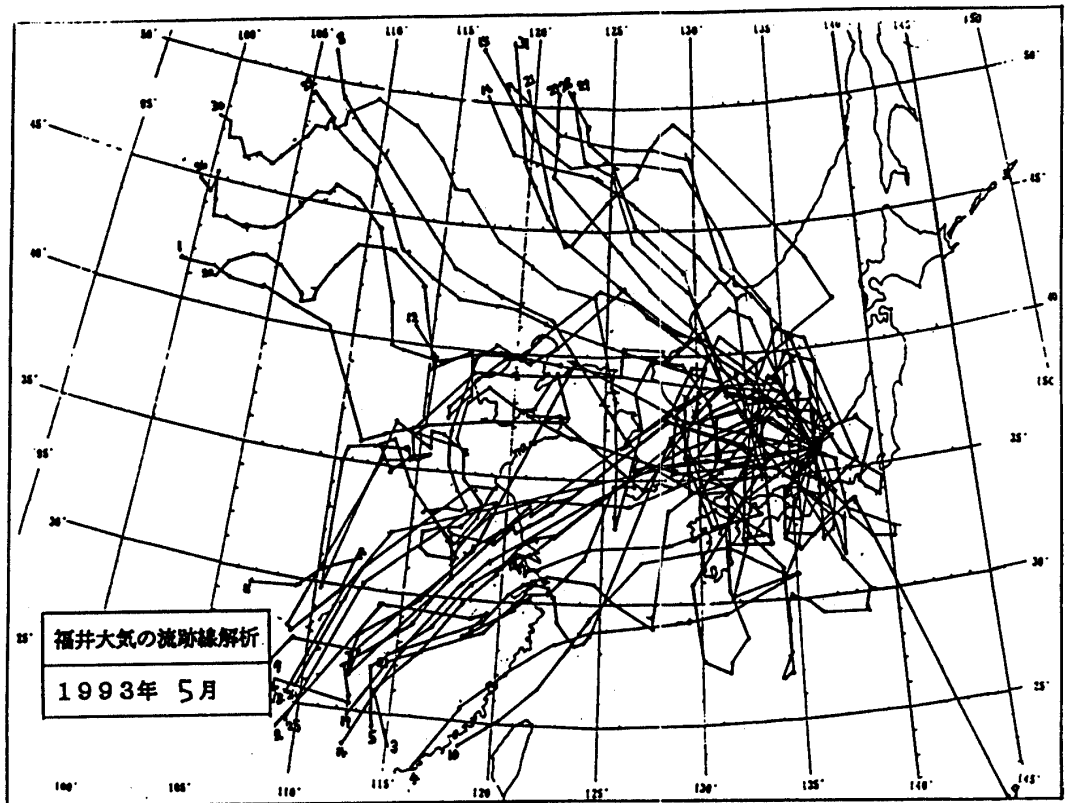
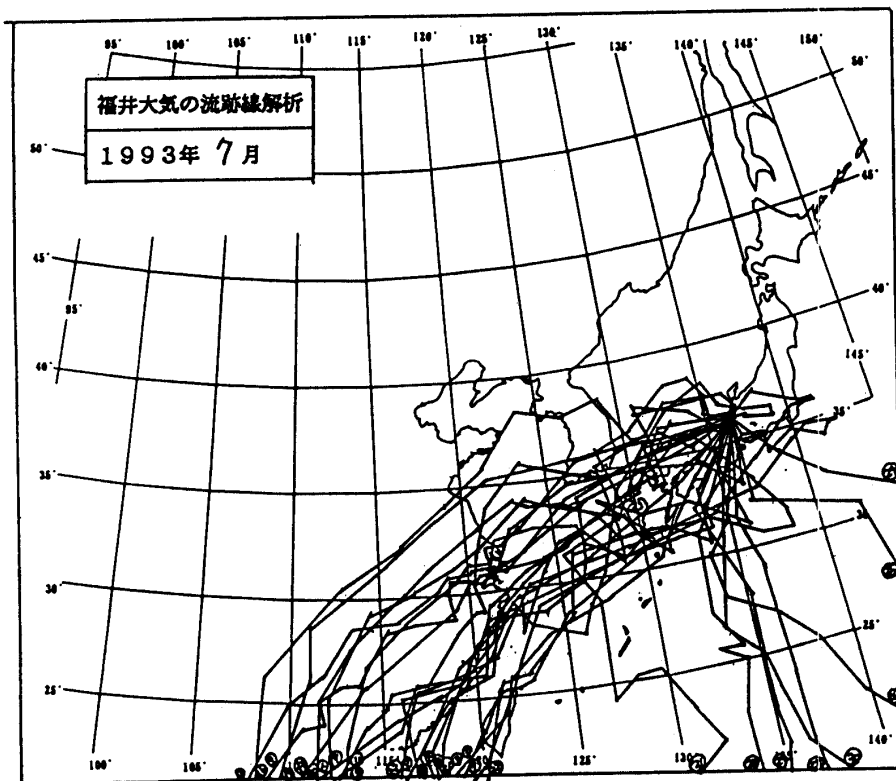


図-3 1993年3月の福井への流跡

五月には真冬並の寒気が入り、低温の日が見られたが、真夏日もあり、気温の変動がはげしかった。太平洋高気圧が発達しつつあり、南海上に前線が横たわり、気圧配置が冬型から夏型への移行期にあるため、風も北西と南西の二方向から吹いている。

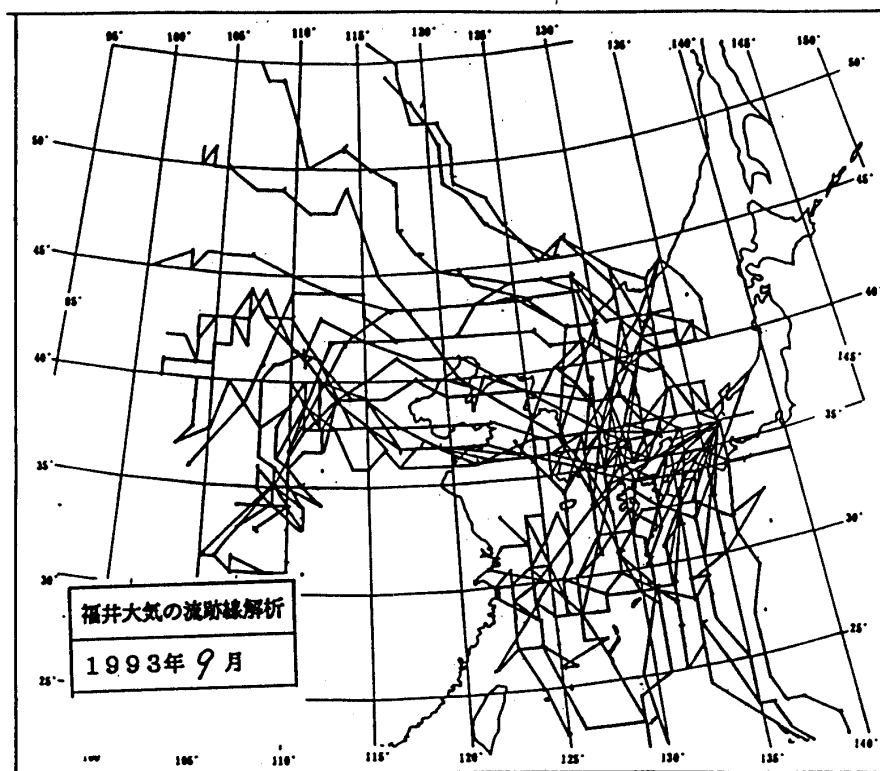


図－4 1993 年 5 月の福井への流跡



七月は太平洋高気圧が発達して日本列島に張り出し、大陸に低気圧が出現するため、福井へは南海上から風が吹く。等圧線は疎で風が弱く、流跡も短い。

図－5 1993 年 7 月の福井への流跡

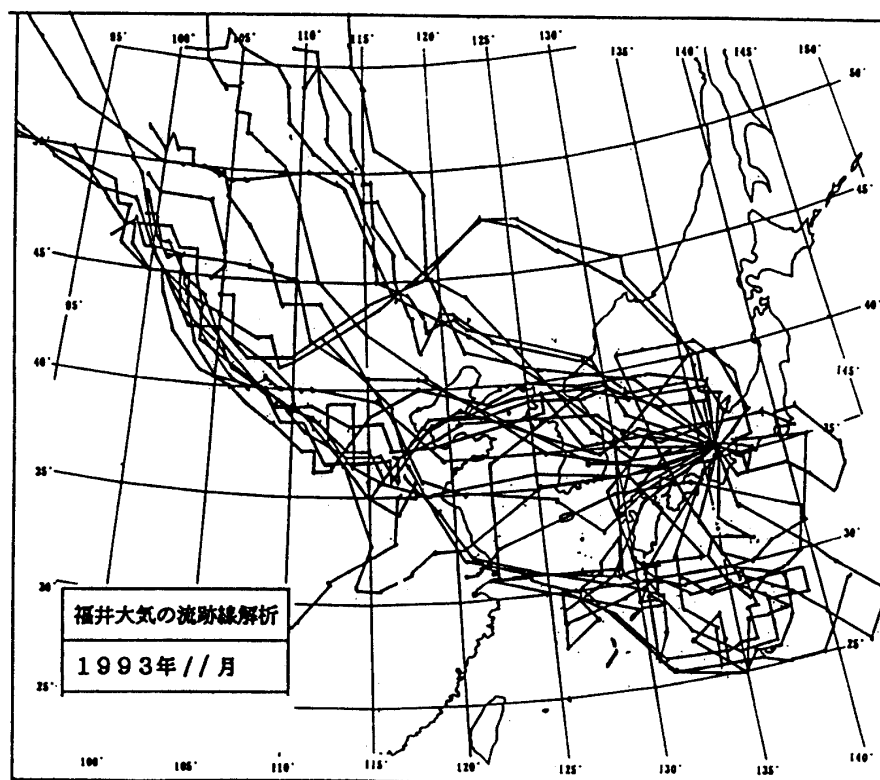


9月3日に戦後最大級の台風13号が鹿児島に上陸し、大被害をもたらした。この月は秋雨前線・台風・北偏高気圧の影響が重なり、低温・多雨・寡照で天候不順であった。夏と冬の気候の変わり目なので、流跡も南海上と中国

大陸に延びている。

図－6 1993年9月の福井への流跡

十一月はおおむね大陸高気圧が発達し、流跡は中国から来ているが、たとえば21日は低気圧が日本海を北東に進んだために全国的に天気は崩れ、室戸では最大瞬間風速 33.0m/s を記録している。このためこの日の流跡は日本南部を迷走する形になっている。



図－7 1993年11月の福井への流跡

性雨原因物質の発生量を推定し、福井への長距離輸送を解析することにより福井の酸性雨成分への各国の寄与率を求める予定である。

参考文献

- 1) 井上 頼輝 ” 福井と地球環境” 福井工業大学研究紀要 26 号 223-228 頁 (1996)
- 2) Eliassen A. and Saltbones J. "Decay and Transformation Rate of SO_2 as Estimated From Emission Data" *Atmospheric Environment* vol.9 pp425-429 (1975)
- 3) 村尾 直人等 ” 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)
- 4) 気象庁編 高層気象データセット 1993 年 日本気象協会 (1993)

(平成 9 年12月10日受理)