

ノート

黄砂飛来時の多環芳香族炭化水素類について (大気中粒子状物質の総合的研究 - 黄砂の広域的分布について -)

西山 亨, 佐来栄治

Measurement of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Asian Dust Season (Comprehensive Research on Particulate Materials in the Atmosphere - Large Area Distribution of Kosa -)

Tooru NISHIYAMA and Eiji SARAI

福井・岐阜・三重・滋賀の四県が連携して、日本に飛来する黄砂の物理的、化学的な性状やその広域的分布を明らかにするために、2005 年度に黄砂飛来時と対照時期に各 1 回調査を実施した。その中で、三重県は特に黄砂時に飛来する大気中粒子状物質に含まれる多環芳香族炭化水素類(PAH)の測定を行った。

その結果、黄砂時においては四県のうち北～西側に位置する福井県、滋賀県で、対照時の 4 県及び黄砂時の岐阜県、三重県の約 2 倍の高濃度であった。また、成分については、測定した PAH の 8 成分中ではベンゾ[e]ピレンとベンゾ[b]フルオランテンが黄砂飛来時に主要な成分であった。各測定地点間の成分割合は類似し、特に黄砂時の粒径 2 μ m 以上の粒子中の PAH 成分は類似しており、PAH の由来が 4 県以外である可能性が考えられたため、黄砂飛来時に後方流跡線解析を行ったところ、飛来した空気塊は北京付近の上空を通過してきたことが明らかとなった。

キーワード：黄砂，多環芳香族炭化水素(PAH)，後方流跡線解析

はじめに

黄砂は、中国大陸内陸部の砂漠や乾燥地域において、土壌、鉱物粒子が砂嵐等で巻き上げられ、偏西風に乗って春先に日本に飛来する現象ととらえられている。しかし、砂漠化等の進行により、近年では黄砂現象が増えているといわれており、我が国において黄砂観測の延べ日数はここ数年増加傾向にある。また近年、中国の経済発展に伴い大気汚染物質の沈着した粒子状物質等の日本への到来が憂慮されている。

そこで、福井・岐阜・三重・滋賀の四県が広域連携して、飛来する黄砂の物理的、化学的な性状等を明らかにするため、イオン成分、PAH

成分及び形態観察の調査¹⁾²⁾を実施した。その中で、今回は PAH の結果について若干の知見が得られたので報告する。

方 法

1. 調査地点，調査日時について

福井・岐阜・三重・滋賀における試料採取地点を図 1 に示した。黄砂飛来時(黄砂時)として、2005 年 4 月 15 日 13 時～18 日 13 時を、対照時期(対照時)としては、2005 年 10 月 21 日 13 時～24 日 13 時を選択し、試料のサンプリングを実施した。

2. 捕集方法と分析方法について

アンダーセンハイボリウムサンプラー(柴田科学 AH-600 型)に、あらかじめ恒量にした円形の穴あき石英繊維ろ紙 (AHO-630 : PALLFLEX) を4段、さらにバックアップフィルタ (2500QAT-UP : PALLFLEX) を取り付け(合計で5ステージ), 566 L/min で約72時間大気を捕集した。5ステージの分級範囲は、第1段が7.0 μm 以上, 第2段が3.3~7.0 μm , 第3段が2.0~3.3 μm , 第4段が1.1~2.0 μm , バックアップフィルタが1.1 μm 以下である。

採取した試料フィルタは、ジクロロメタンで超音波抽出し、遠心分離後、窒素吹き付けによる濃縮を行い、アセトニトリルに再溶解させHPLCにより測定を行った。

3. 調査対象物質について

以下に対象とした PAH, 8成分の名称とその略称を示す。

- 1) ベンゾ[e]ピレン (B[e]P)
- 2) ベンゾ[b]フルオランテン (B[b]F)
- 3) ベンゾ[k]フルオランテン (B[k]F)
- 4) ベンゾ[a]ピレン(B[a]P)
- 5) ジベンゾ[a,h]アントラセン(dB[ah]An)
- 6) ベンゾ[g,h,i]ペリレン (B[ghi]P)
- 7) ベンゾ[a]アントラセン (B[a]An)
- 8) クリセン (Chrysene)

結果および考察

1. 各種成分の比較

1) PAH成分の濃度

各県における黄砂時と対照時の PAH 成分 (5ステージの合計) の構成割合と濃度を図2に示した。

各成分の合計濃度は、対照時で 0.85~1.3 ng/m³, 黄砂時で 1.2~2.6 ng/m³であり、特に黄砂時においては四県のうち北~西側に位置する福井県, 滋賀県で他二県の約2倍であった。

成分構成についてみると、四県とも黄砂時においてはB[e]PとB[b]Fが主要な成分であった。特に福井, 滋賀両県においてはB[e]PとB[b]Fが黄砂時に0.4ng/m³を越える比較的高い値が観測された。

これらの結果から、黄砂には各種の PAH 成分が含まれており、四県のうち北~西側に位置する福井, 滋賀両県は黄砂の影響を比較的高く受けていた可能性が示唆された。

なお、B[a]An, Chrysene についてはフィルタ捕集では不十分と考えられるが、今回の解析には使用した。



図1 試料採取地点

2) 粒径別の成分割合

PAH 成分の構成割合は四県とも類似しており、その特徴は黄砂時においてより顕著であった。また、ここで粒径を2 μm で粗大粒子側, 微小粒子側と分けて、粗大粒子側に注目してみると、粗大粒子側において4県の成分割合が類似している傾向がよりはっきりとしていた。図3に粗大粒子側の対照時の PAH 成分割合を、図4に粗大粒子側の黄砂時の PAH 成分割合を、図5に微小粒子側の対照時の PAH 成分割合を、図6に微小粒子側の黄砂時の PAH 成分割合をそれぞれ示す。また、これら16の PAH 成分割合よりクラスター解析した結果を図7に示す。

数十キロから百キロ位離れた場所での PAH 成分割合が、特に、黄砂時の粗大粒子側でより類似することから、PAH 成分が黄砂に付着して、もしくは黄砂とともに飛来している可能性が考えられる。

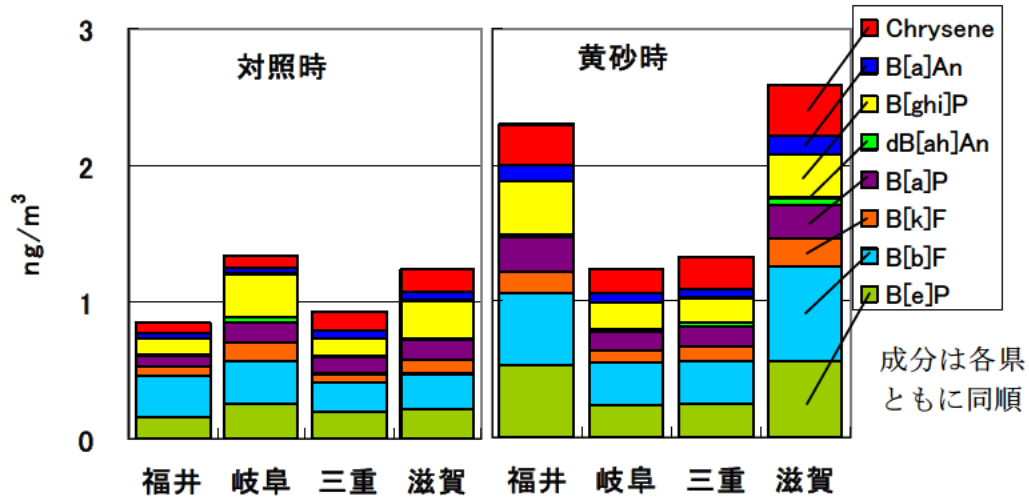


図2 黄砂時と対照時のPAH濃度

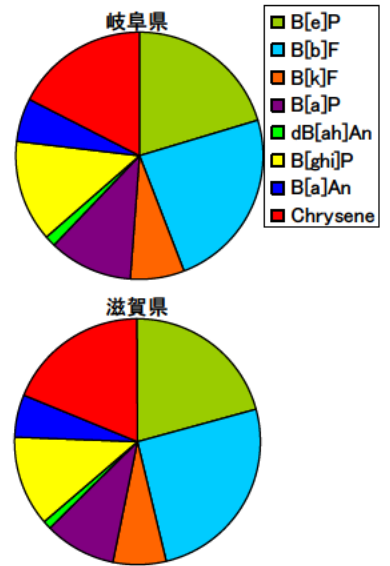
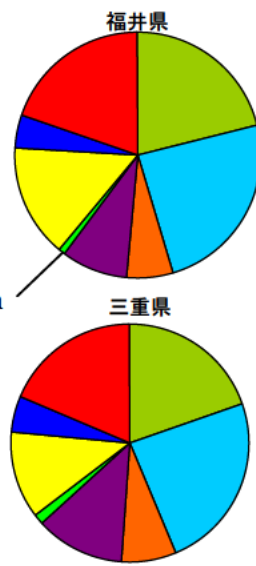
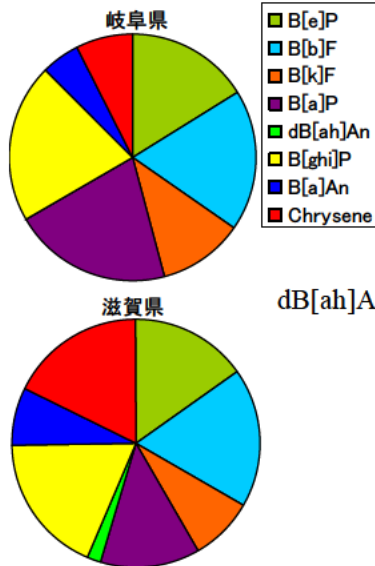
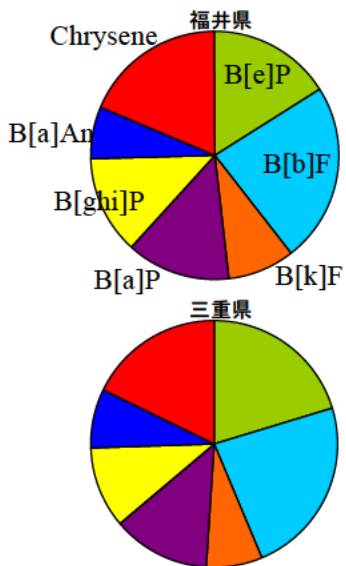


図3 対照時の粗大粒子のPAH成分割合(2µm~)

図4 黄砂時の粗大粒子のPAH成分割合(2µm~)

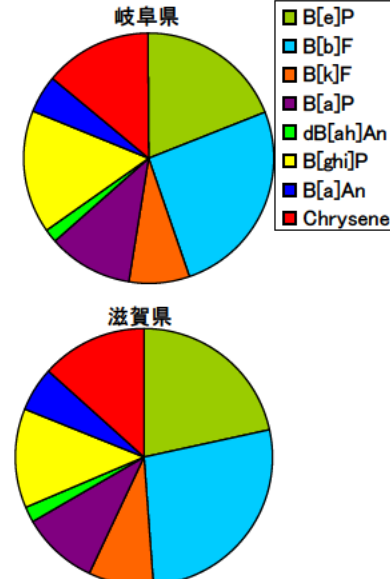
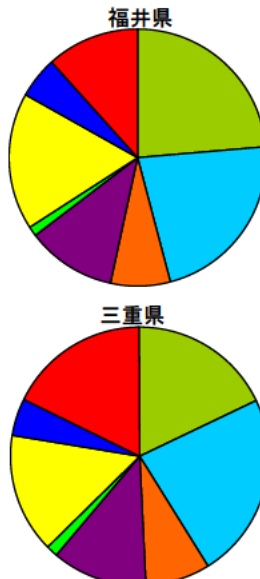
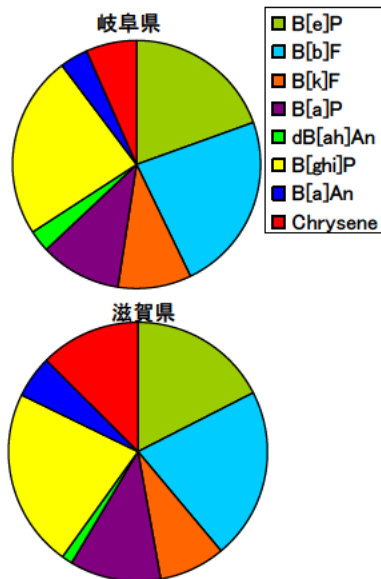
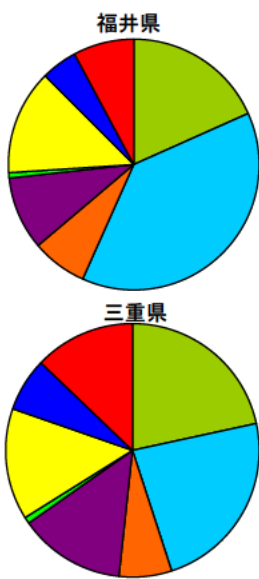


図5 対照時の微小粒子のPAH成分割合(~2µm)

図6 黄砂時の微小粒子のPAH成分割合(~2µm)

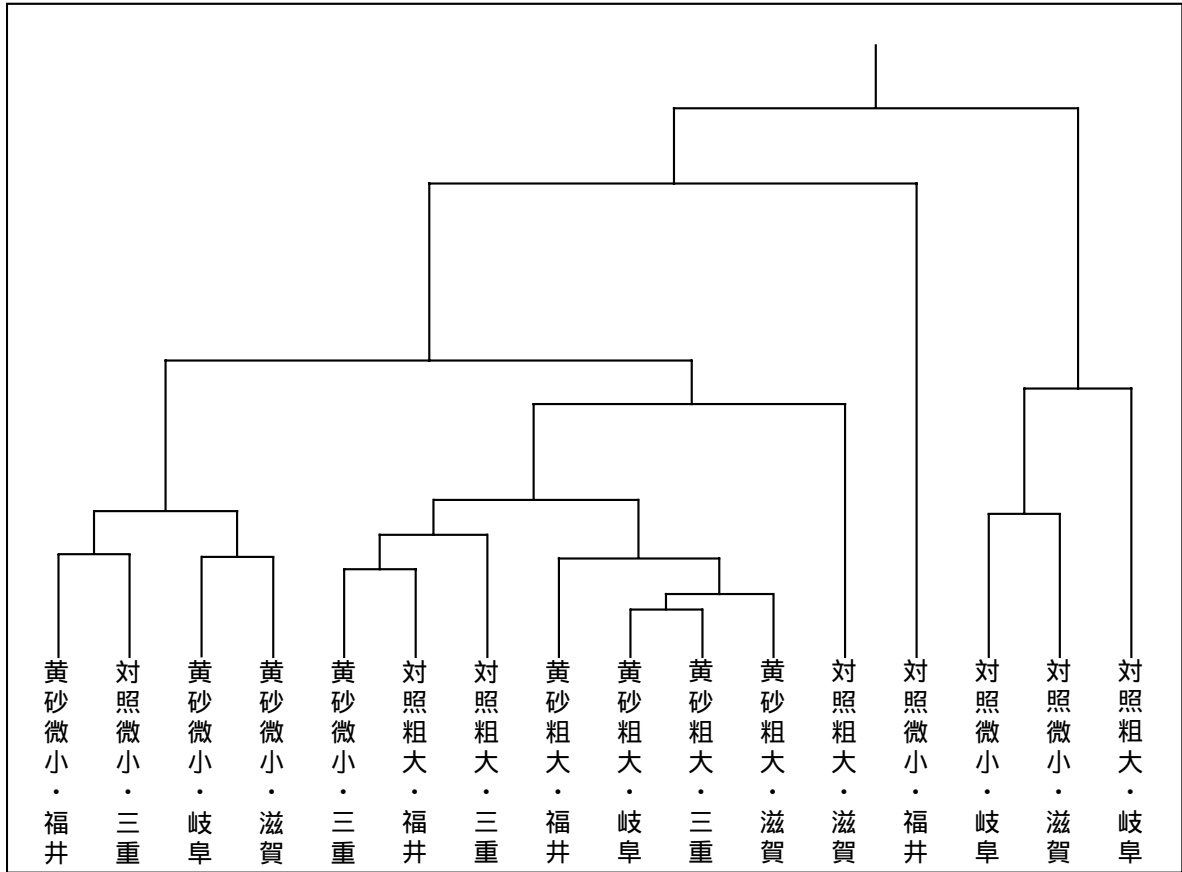


図7 各県における黄砂時および对照時のサイズ別大気中粒子状物質 PAH 割合に対するデンドログラム

黄砂微小；黄砂時微小粒子状物質，黄砂粗大；黄砂時粗大粒子状物質，
 对照微小；对照時微小粒子状物質，对照粗大；对照時粗大粒子状物質

2. 後方流跡線解析

次に、黄砂時および对照時における試料採取時の後方流跡線解析³⁾を行った。四県各採取地点で後方流跡線解析を行ったが、对照時の一時期の福井を除いては、類似の流跡線であった。代表として三重の採取地点での黄砂時の流跡線を図8に、对照時の流跡線を図9に示す。図は採取時期の流跡線で、左上、右上、左下、右上各図の順に24時間毎の120時間前からの流跡線であり、起点は地上摩擦の影響が少ない1500m上空とした。

黄砂時の流跡線は、図8より明らかなように、中国内陸部の乾燥地帯方面から、PAH(15種類の合計)が東京都や横浜市の約10倍と報告⁴⁾⁵⁾されている北京付近を概ね通過して来ていることが分かる。特に、右上図の16日流跡線から、空気塊が北京近郊東側を通過する13日の真夜中頃

まで高度が低く、また、左下図の17日の流跡線から、空気塊が北京付近を通過する14日の12時頃まで高度が低くなっていることが読みとれる。

一方、对照時の流跡線は、図9よりあきらかなように、中国東北部の東部を通過した場合や、日本付近を回っていた場合など、あまり一定していなかった。

この空気塊の起源が、对照時に一定していなくて黄砂時に北京近郊付近を通過していること、そして、前項で述べた黄砂時にPAHの総量(濃度)が増えていること、黄砂時にPAHの主要成分が一致していること、黄砂時粗大粒子側のPAH成分割合が類似していることの4点から、黄砂時に北京付近からPAHが運搬されていると推定される。

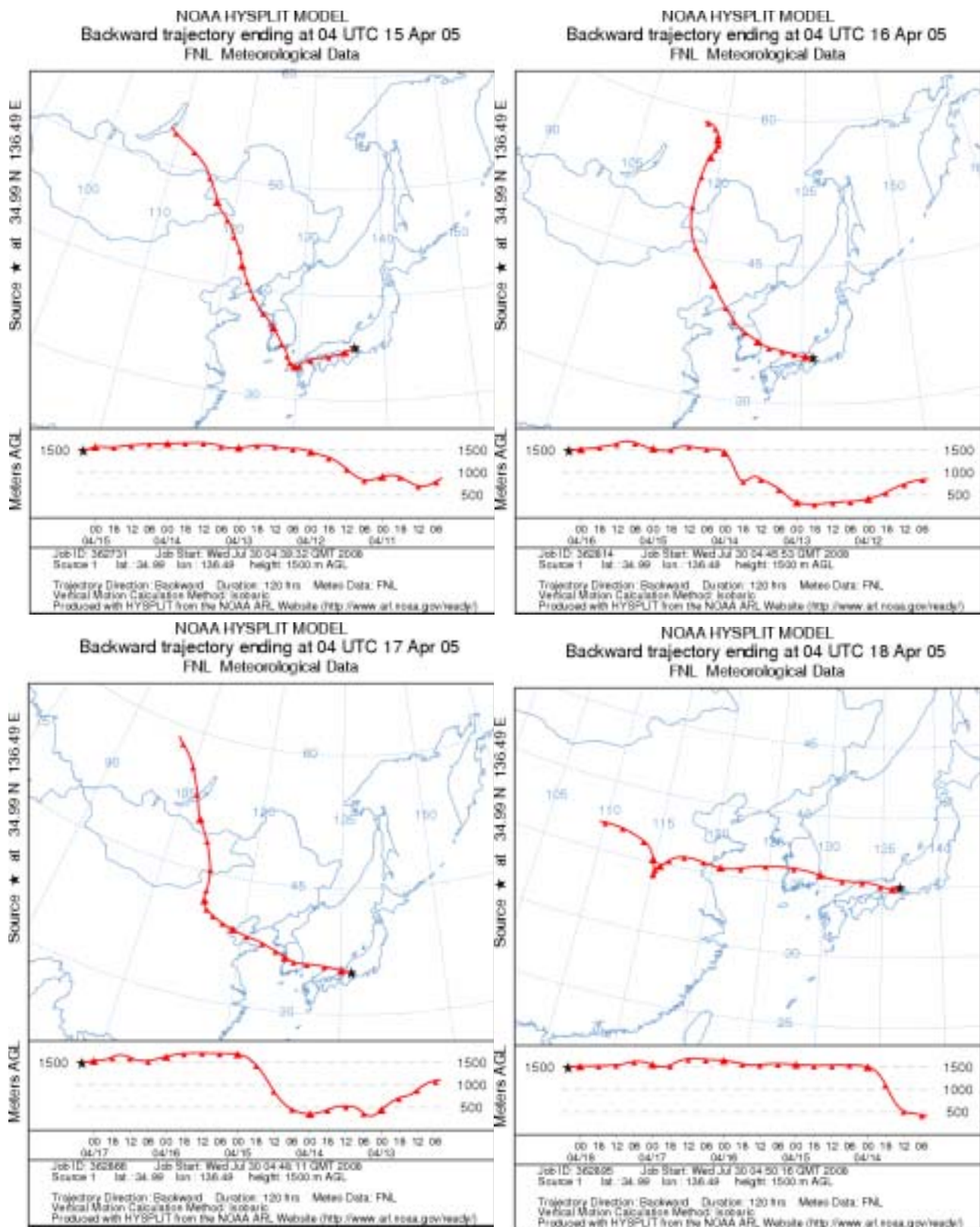


図8 黄砂時の後方流跡線解析

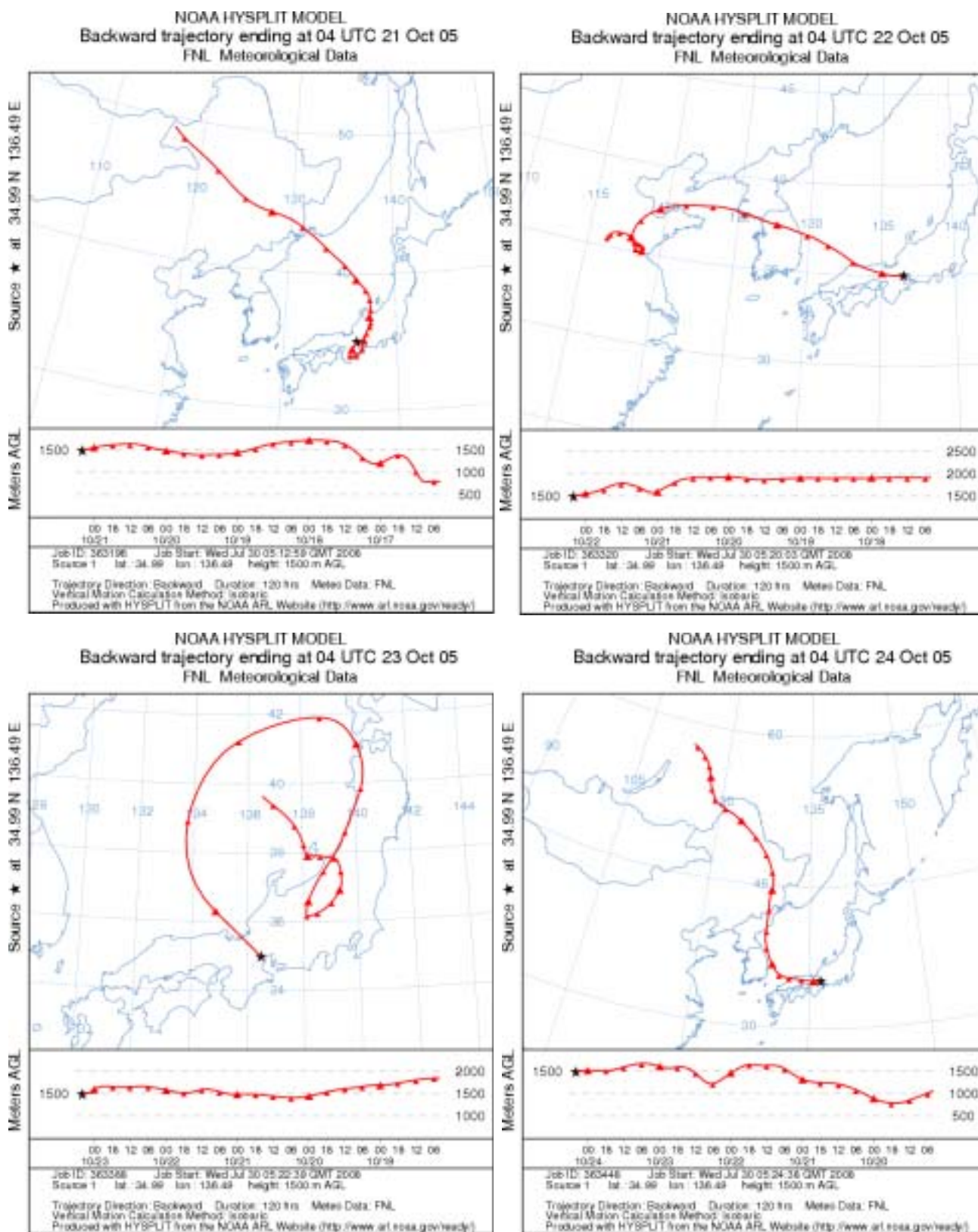


図9 対照時の後方流跡線解析

まとめ

2005年度に四県が黄砂時、対照時ともに各1回72時間の大気中粒子状物質採取によるPAH類の調査を実施し、次の結果を得た。

- 1) 黄砂時のPAH濃度は四県のうち北～西側に位置する福井県、滋賀県で対照時の4県及び黄砂時の岐阜県、三重県の約2倍の高濃度であった。
- 2) 測定したPAHの8成分の中では黄砂時にB[e]PとB[b]Fが主要な成分であった。
- 3) 四県の各採取地点でのPAH成分割合は類似しており、特に黄砂時の粒径 $2\mu\text{m}$ 以上では顕著であった。
- 4) 黄砂時の後方流跡線解析では、空気塊が北京付近の上空を通過しており、汚染物質を運搬してきた可能性が考えられた。

謝 辞

本成果は、福井・岐阜・三重・滋賀四県連携事業「環境に関する共同研究」として実施した研究の一部である。事業関係各位に感謝の意を表します。

文 献

- 1) 福井県衛生環境研究センター，岐阜県保

健環境研究所，三重県科学技術振興センター保健環境研究部，滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター：大気中粒子状物質の総合的研究，-黄砂の広域的分布について-，福井・岐阜・三重・滋賀四県連携事業「環境に関する研究」(2007.03)。

- 2) 大平武俊，角田 寛，三原利之：(資料)黄砂中の陰イオン・陽イオン成分濃度とその粒径分布について，岐阜県保健環境研究所報，第15号，21-28(2007)。
- 3) <http://www.arl.noaa.gov/ready/open/hysplit4.html>。
- 4) 奥田知明，勝野正之，直井大輔，田中 茂，K.He，Y.Ma，Y.Lei，Y.Jia，D.-H.Zhang：中国北京市におけるエアロゾル中の多環芳香族炭化水素類(PAHs)と微量金属及び水溶性イオン成分の長期的動向，日本地球化学会年会講演要旨集，53，193-194(2006)。
- 5) 奥田知明，直井大輔，田中 茂，K.He，Y.Ma，Y.Lei，Y.Jia：PMF法による中国北京市大気粉塵中多環芳香族炭化水素類(PAHs)の発生源の推定，大気環境学会年会講演要旨集，48，382(2007.08.24)。