

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名

海洋大気エアロゾル組成の変動と影響予測

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

植松光夫 東京大学海洋研究所 助教授

河村公隆 北海道大学低温科学研究所 教授

（平成 10 年 12 月～平成 15 年 11 月）

村山利幸 東京海洋大学 助教授

（平成 11 年 4 月～平成 15 年 11 月）

兼保直樹 産業技術総合研究所 研究官

（平成 11 年 4 月～平成 15 年 11 月）

吉岡勝廣 島根県環境科学研究所 主任研究員

（平成 13 年 1 月～平成 15 年 11 月）

鶴野伊津志 九州大学応用力学研究所 教授

（平成 10 年 12 月～平成 15 年 11 月）

千賀康弘 東海大学海洋学部 教授

（平成 11 年 4 月～平成 15 年 11 月）

三浦和彦 東京理科大学 講師

（平成 10 年 12 月～平成 15 年 11 月）

紀本岳志 紀本電子工業 社長

（平成 11 年 4 月～平成 15 年 11 月）

3. 研究内容及び成果

西部北太平洋は自然起源と人為起源エアロゾルが混在し、その変質過程が顕著に現れる海域である。本研究では、（１）外洋域での極めて低濃度の大气化学成分やエアロゾルを測定可能とする自動採取・自動分析システムの開発、（２）それらを搭載する船舶や島嶼での観測手段、体制を確立し、国際的な共同観測に参加、（３）得られる観測結果をもとに現象を把握し、モデルによる再現、そして予測へと結びつけることを目標とした。

（１）無人海洋大気観測艇の開発

大気エアロゾルや気体成分と海洋表層の物理・生物パラメーターを無人で自動航走あるいは定点保持をして連続測定するプラットフォームとして世界初の無人海洋大気観測艇「かんちゃん」を開発した。全長 8m、幅 2.8m の単艇体ヨットをベースとしている。デッキは完全に密閉され、艇内部に大気・海洋観測測定装置、制御コンピュータ、衛星通信設備などを装備している。

本体は 2000 年 4 月に完成し、2001 年 5 月 23 日-26 日に清水-八丈島間無人回航観測を実施し、その後八丈島周辺海域での観測航海を行った。2002 年には駿河湾での観測後、6 月 10 日に清水港から三陸沖の観測のため、基地とする東京大学海洋研究所大槌臨海研究セン

ター（現、国際沿岸海洋研究センター）へ 520 海里的観測航海を行った。引き続き三陸沖での 6 回の定線観測を含め、2003 年 10 月 5 日に再び清水港に帰港するまで、2 年半計 13 回、2500 海里近い観測航海（エンジン稼働時間 2080 時間）を終了した。汎用プラットフォームとして利用するための改善は、まだ残されているが、「かんちゃん」の実用化の目途がついた。

「かんちゃん」による海洋大気観測によって、三宅島の火山噴煙から大量のアンモニアガスが放出され、海洋生物への栄養塩としての供給が無視できない可能性を見出し、衛星画像解析から夏季の西部北太平洋の生物生産が増加していることを確かめた。また黒潮横断時のクロロフィル濃度の鉛直微細構造から黒潮直下での植物プランクトンのパッチを検出したり、三陸沖での二重拡散現象を捉えたり、「かんちゃん」ならではの成果がまともってきている。

（2）アジア・西太平洋における国際共同観測

春霞をつくっているエアロゾルはアジア大陸で巻き上げられた砂漠の鉱物粒子が偏西風で日本に運ばれる黄砂や、東アジア域で排出される人為起源物質など、さまざまな物質を含んでいる。この春霞を 2001 年春、陸海空から集中的に観測する国際共同研究プロジェクト(ACE-Asia)に参加して、陸上と海上での観測を実施した。地上観測網として、大気の物質輸送パターンを明確にするため、東経 140 度線に沿って北緯 45 度の利尻島から、佐渡島、八丈島、北緯 27 度に位置する父島までの 4 観測点でエアロゾルと気体成分の観測を 2001 年 3 月から 5 月まで連続集中的に行い、その後、一年間、継続した。2001 年は例年に比べて、大規模な黄砂が数多く発生した。これらの物質が前線を伴う低気圧などの移動により、アジア大陸の広い範囲から大量に運び出されていることや黄砂粒子と窒素酸化物との不均一反応が硫酸酸化物よりも重要であることなどを明らかにした。特に近年アジア大陸で排出量が増えつつある窒素酸化物の海洋への降下は、西部北太平洋の海洋生物生産への影響評価に重要な要因となりうる。

（3）化学天気予報

地上観測網によって得られた化学成分測定結果は、統一された手法による信頼性の高いものであった。この実測値をもとに「化学天気予報システム」(CFORS: Chemical weather FORecast System)は、最新の知見にもとづく地域気象モデルとオンライン結合した物質輸送モデルを用いて構成し、気象の変化に伴う人為起源・自然起源の物質の輸送を高い精度で予測することが可能となった。

CFORS による予測は ACE-Asia の観測期間中には米国の航空機観測や、日本・米国の船舶観測に対して 72 時間の予報を行った。その結果から化学成分や輸送パターンを把握し、観測場所や時間を設定した観測体制を確立することができた。実測値と事後解析から、アジア大陸で新たな黄砂発生源となる地帯を検出したことや、黄砂が硫酸塩に数時間の遅れを持って日本に飛来することや、従来知られていなかった東南アジアの焼畑に伴うススや一酸化炭素が日本上空に輸送されることが明らかにされた。

4. 事後評価結果

4-1. 外部発表、特許、研究を通じての新たな知見の取得等の研究成果の状況

本研究は、(1)無人海洋大気観測艇と自動観測・分析機器の開発、(2)それらを用いた西部北太平洋における海洋大気の微量成分とエアロゾルの組成分布・変動の観測、(3)それらの化学物質輸送モデルによる再現、予測モデルの改良等から成っている。

(1) 海上で自動航走・定点保持などをして海上大気質・エアロゾル等を連続観測する無人観測艇が試作され、その後、2年余りの間に13回、2500海里の観測航海を通して改良を重ね、実用化の目途がついた。その間、三宅島の火山噴煙の影響を受けた高濃度の二酸化硫黄のみならず、従来ほとんど測定されていなかったアンモニアを検出するという予想外の知見も得られた。海上観測手段の一つとして期待される「無人観測艇」の活用についての将来像、その実用化についての構想等を提示することが望まれる。

(2) 島嶼での連続観測、研究船による移動観測により大陸起源の自然的・人為的エアロゾルの諸特性を把握し、増加しつつある窒素酸化物の海洋への降下は海洋生物生産に影響を及ぼす重要因子となり得ることを示唆した。一方、海洋起源エアロゾルの発生・大気中への放出過程についての調査研究は今後の課題として残された。

(3) 「化学天気予報システム」を用いてアジア・西太平洋域について黄砂、海塩粒子、火山ガス等の自然起源物質と、一酸化炭素、二酸化炭素、硫酸塩粒子等の人為起源物質等、約20種の大気微量成分やエアロゾルの濃度分布を再現することができた。「化学天気予報」は、この研究プロジェクトだけのものではなく、九州大学応用力学研究所鶴野研究グループの以前から開発しているモデルであるが、各化学成分の検証という面で、本研究プロジェクトでの実測値なしでは実用化はあり得なかった点が評価できる。しかし、本研究によって予測モデルのどこがどれくらい改良されたか判然としない。

月刊「海洋」の特集号に研究成果の全貌が公表された。引続き米国地球物理学会誌の特集号に一連の論文が公表される。国内外あわせて133篇に達する論文を発表するという本研究グループの意欲的活動を評価したい。論文数が多いのはレベルの高い研究参加者がこの研究プロジェクトに集まり、結果を個別にそれぞれ論文にし、また国際共同研究として外国人研究者グループとの共著論文が成果として短期間の間に公表されたからであろう。

4-2. 成果の戦略目標・科学技術への貢献

長期間広域に亘り観測を持続することの困難な海上において、大気エアロゾルや大気微量成分の自動精密分析装置は今後広く用いられるであろう。また、無人観測艇はその機能、耐久性を高めることによって、将来、海洋観測における実用化が期待される。

大気中における温室効果気体の増加による地球温暖化が重大化しつつあるなかで、一般に冷却効果をもつ大気エアロゾルはその化学組成、濃度、形状などの時空間変動が大きく、地球規模での気候に及ぼす影響評価に不確定性をもたらしている。西部太平洋は大量の自然起源と人為起源のエアロゾルが混在し、その変質過程が顕著に現れる海域である。アジア大陸起源の大気中物質がどのように分布し、変化していくかを明らかにすることは風下に位置する日本だけではなく、地球規模で起こる気候への影響や地球温暖化の見積もり精

度向上のためにも不可欠である。