

# 衛星観測海域統合データセット作成に関する調査研究 (インドネシア海域)

山口大学大学院 田中 佐

## 1. 調査研究の目的

地球規模の環境変動を観測する多くの地球観測衛星が、1990年代半ばからわが国を含む世界の宇宙機関から打ち上げられました。10年を経てそれらのデータは蓄積され、インターネット上で公開されています。衛星観測データは極めて大きな潜在能力を有していると考えられていますが、本調査研究もこうした長期間の衛星観測データの有用性特に複合利用の有用性を検証することを目的とします。検証の対象はエルニーニョによる異常気象、地球規模の温暖化に重要な役割を果たすと考えられているインドネシア海域としました。

## 2. 調査研究

### 2.1 インドネシア海域の人工衛星データ

調査研究の対象期間は1998年から2007年の10年間、対象地域はインドネシア島嶼すべてが含まれる南緯20度、北緯20度、東経80度、東経180度の矩形範囲としました。衛星データとしては海面水温、海上風速、海面高度異常、海洋クロロフィル濃度、海上風向の5種の月毎データです。これらは宇宙機関或いは関係研究機関からインターネット上で公開されています。

### 2.2 インドネシア海域の特徴

インドネシアの気候を特徴づけているのはモンスーンとよばれる季節風です。北半球の夏期にはアジア大陸は熱せられ上昇気流を生じ低気圧に、他方オーストラリアは高気圧になります。コリオリ力の弱い赤道域では地衡風ではなく、圧力傾度に従いつつ乾燥した季節風(モンスーン)がオーストラリアからアジアに向けて吹きます。この季節風を南東モンスーンといいます。逆に南半球の夏期にはアジアからオーストラリアに向けて湿った季節風がジャワ島で北西から南東に向けて吹き雨期となります。これが北西モンスーンです。南東モンスーンの本盛期は7月、北西モンスーンのそれは12月です。季節風であるモンスーンがインドネシア海域に影響を及ぼし、また逆に海洋現象が季節風に影響する(フィードバック効果)とも考えられています。

インドネシア島嶼群は浅海域を含んで、アジア大陸とオーストラリア大陸と南北に連結していて、太平洋とインド洋とを分けています。このような地理上の特異性からインドネシアの海域現象は太平洋ともインド洋とも異なり、大気と海洋の相互作用が現在世界の気候変動の研究の注目を集めているところです。

インドネシアの中心に位置するジャワ島の面積はわが国の総面積よりも小さいが、その人口はわが国の総人口よりも多く、世界にまれに見る人口密度が極めて高い地域です。この地域の気候変動が社会的・経済的に大きな変動をもたらすことは論を待たないでしょう。

### 2.3 インドネシア海洋インデックスの統計量

海面水温、海上風速、海面変動異常、海洋クロロフィル濃度、4種の海洋インデックスの統

計値（平均、分散、相関係数）を計算しました。それによると海洋クロロフィル濃度をのぞいて、海面水温、海上風速、海面高度異常の変動はかなり小さくインドネシア海域では安定していると考えられます。4種の海洋インデックス同士の相関係数の比較から海面水温と海上風速が逆相関になっていました。これは両インデックスの知られた関係であり、インドネシア海域でも確認されました。その他の5種の相関係数は極めて小さいことが明らかになりました。全体としてデータは変動が激しくなく安定しています。これは赤道を囲むかなり広範な海域の10年の統計データであることによると考えます。もちろん地域と時間を限定することによってこれら海洋インデックスは偏ることとなりますが、そうした変動を変動とし捉えるためには基になっているデータが安定であることが必要条件です。

## 2.4 インドネシア海域の特徴抽出

### (1) モンスーン

インドネシア海域モンスーンの特徴を検証するため、月毎の海上風速と海上風向をベクトルで表現した海上風分布を作成しました。その結果前々章のインドネシア海域のモンスーンの特徴が明瞭に現れていました。ただし2つのモンスーンともジャワ島ではその方向が南東と北西ですがより広い範囲では方向を換え、いわばインドネシア島嶼を峰とし内海を谷としたS字型に或いは沿岸流のような風パターンを示していました。

### (2) 地域変動

地域変動を捉えるため10年平均海洋インデックスの月毎の分布と南北変動を考察するため子午面で平均した月毎の変化を計算しました。それによると海面水温は南北方向の分布が季節変動と一緒に変動します。海上風速は赤道付近に低風速帯が存在して振動の固定された節となり、南半球と北半球に振動の腹が2つ存在する振動モードになりました。海面変動異常も地域により季節変動が存在しますが複雑で更に詳細解析を要すると思われる。

### (3) 季節変動

季節変動を捉えるため海洋インデックス毎に月毎の全域平均値を計算しました。海面水温の変動の極大値と極小値が毎年2回あり、赤道を挟んでいるインドネシアの季節変化の特徴が顕著に現れていました。高温水域は時計周りに1年周期で回転していることも明らかになりました。海上風速には海面温度ほど顕著ではないが年2回のピークを有する変動が現れていました。海洋クロロフィル濃度は海上風速と同様な年2回のピークを有する変動が現れていました。以上よりインドネシア全海域と1つとして見ると北半球の変動南半球の変動とを併せ持つことが当たり前の結論ではありますが確認されました。

### (4) 年年変動

年年変動をしらべるため1年毎の全データの平均を計算しました。4つの海洋インデックスとも年々変動は大変小さいことが明らかになりました。この結論が狭い部分海域の年年変動の存在を否定するものではありません。部分海域の年年変動を検討するには広い海域の年年変動との関係で考えるべきであり、広い海域の年年変動が極めて小さい事実は重要と考えます。

## 2.5 インドネシア海域の特異現象

2003年と2007年はエルニーニョの年ですが、それを示す特異現象がインドネシア海域全域で見あたりませんでした。すなわちインドネシア全海域がエルニーニョ現象を呈するこ

とはなかったこととなります。太平洋に近い、東北海域、東南海域に絞って検討するとエルニーニョが見えたかもしれません。

### 3. 結論

5種の衛星観測海洋データからインドネシア海域全体の10年にわたる海洋特性を把握できました。

(1) 海上風速と海上風向のデータから、モンスーンを特徴づける風の間を示すことが出来ました。

(2) インドネシア海域全体にわたる季節変動は海面温度に最も顕著に現れていました。

(3) 海洋インデックスのインドネシア海域全域にわたる年々変動からは2003年と2007年のエルニーニョの時期に特に顕著な現象は見出せませんでした。

(4) 本調査研究は10年間のインドネシア全海域を対象にしているためデータが平滑化されます。時間・地域に限定された特異現象を考える際にはより広い時間・地域での変動の対比が問題になります。本調査研究はこうした理由により今後のインドネシア海域の変動研究の基になるデータとなると考えます。

### 4. 結語

(1) 本調査研究でインドネシア全海域を1つとした特性を明らかに出来ました。本調査研究に基づき地域時間を絞り特異現象の研究を進める必要があります。その上で統合海洋観測データの活用が図られると考えられます。

(2) 本調査研究の過程で、インドネシア文部省の指導の下、同国とわが国の複数の大学・研究機関が「気候変動と自然災害」のテーマで研究共同体制を組織しました。山口大学もそのメンバーであり、我々のパートナーであるウダヤナ大学は同研究共同体制の中で衛星リモートセンシングの取りまとめ機関となりました。本調査研究結果は今後のインドネシア・わが国の「気候変動と自然災害」に関する共同研究のベースになるものと考えます。また本調査研究でデータ解析を担当したウダヤナ大学助教イ ケチェト君が山口大学工学研究科の博士課程後期留学生になり、今後の活躍が期待されます。

(3) 水産大学校竹内謙介教授の助言に感謝します。山口大学工学研究科、三浦研究科長、小河原教授、朝位準教授、千葉大学環境リモートセンシングセンター所長西尾教授、ウダヤナ大学リモートセンシング海洋センター杉森センター長、大澤准教授、大学院生のゲデ君、サテビ君の協力に感謝します。

(4) 本調査研究に助成していただいた新技術振興渡辺記念会に深く感謝します。特に本調査研究が今後のインドネシアにおける気候変動研究のベースになったことは特筆されるべきと考えます。今後とも助成を賜れば幸いです。 (了)