

宇宙利用促進調整委託費（平成21年度～23年度）

衛星データ利用を促進する手法等の実証プログラム

赤潮被害軽減のための衛星データ利用実証試験

実施機関・担当者：名古屋大学地球水循環研究センター 石坂丞二

1. 委託業務全体の目標

本課題では、大分沿岸域で赤潮被害軽減への衛星データ利用の実証試験を行い、これまでに蓄積されてきた衛星データによる赤潮観測技術を、実際に赤潮の東軽減に実用化するための目処を立てる。さらにそのノウハウを他の海域の水産関係者と共有して、このノウハウを全国規模へ広げ、衛星データを沿岸環境管理手法の一つに位置付けるための基礎を作ることを目標とする。

2. 各小課題のまとめ

① 赤潮被害軽減のための衛星データ処理手法の改良とデータ配信

主担当：名古屋大学地球水循環研究センター 石坂丞二

この課題ではまず、大分沿岸域において大きな被害を起こした *Kalania mikimotoi* の赤潮を対象に、赤潮判定手法を開発し、処理した衛星データを迅速に配信することで、赤潮被害軽減の実証試験を行った。赤潮判定手法については、単純なピークシフト法では、懸濁物質や溶存有機物の多い海域での誤認識があったり、珪藻と *K. mikimotoi* 赤潮の判別はできなかったが、さらに海面反射輝度スペクトルを詳細に分けることによって、これらの判別がある程度は可能となった。しかし、実際にこの3年間では *K. mikimotoi* の赤潮は起こらなかったために、検証に関しては、まだ十分とは言えない。またこの手法を用いて、衛星MODISデータを1日以内で処理し、インターネットで配信し、船舶観測の結果と合わせることによって、赤潮の種類と広がり の把握が可能であることは実証できた。

一方で、この数年 *Chattonella* spp. の赤潮で被害が大きい有明海・八代海にも同様の手法をあてはめたが、多くの場所がほとんどいつも赤潮状態であると認識された上に、珪藻と *Chattonella* spp. の判別も困難であり、さらに汎用的な手法の開発が望まれた。

また、MODIS以外に赤潮の検出が可能な衛星として、韓国とインドの衛星の調査を行った。平成20年に打ち上げられた韓国の静止海色センサーGOCIは順調にデータを取得・配信が開始された。MODISよりも高い500mの解像度で、1時間ごとに1日8回取得できるために、日本の赤潮観測にも利用することが期待できる。しかし、現時点ではまだ日本国内で効率的にデータ処理や配布ができる状況にはなっていない。一方、平成19年に打ち上げられたインドのOCM-2も、300mの高解像度で、赤潮への利用の可能性があるが、海外でのデータ利用は著しく限定されていて、現時点での利用は困難であることが判明した。

② 大分沿岸域における赤潮被害軽減の実証試験

主担当：大分県農林水産研究指導センター水産研究部 宮村和良

本課題では、赤潮多発期の夏季大分沿岸域において、衛星情報と現場情報とを組み合わせ、赤潮の被害軽減を行うのに最適な現場情報取得方法の検討を行った。植物プランクトンが保有する色素クロロフィルaの蛍光を連続的に取得する水質環境調査自動化システム、個別の植物プランクトンの画像を自動・連続的に取得し、有害植物プランクトンを特定することのできる自動プランクトン撮像装置を観測船に搭載して観測した。これによって、現場海域の広域かつ高精度なクロロフィル蛍光値および植物プランクトン種の情報が実時間で得られるようになった。これらの装置を用いた現場データと衛星情報との効率的なマッチングによって、衛星情報を効果的に利用した広域赤潮観測が可能になった。これらの自動化された連続記録データを衛星データと合わせることによって、迅速に有害赤潮の判別が可能となることを示した。また、既存の赤潮情報配信システムを活用し、衛星および現場調査によって得られた情報を現場関係者に発信する体制が整備できた。赤潮調査から情報発信までの円滑な体制が整うことによって、迅速な赤潮対応が可能になり、漁業被害軽減につながることを期待された。

③ 衛星による赤潮分類群認識方法の研究

主担当 東京大学大学院農学生命科学研究科 古谷研

本課題では、植物プランクトンの培養株10種を用いて、光学的特性を把握した結果、色素組成に応じて種毎に特徴的な反射スペクトルを示した。反射スペクトルの極大値の波長は、色調に応じてグループ毎に異なり、緑色系、褐色系、赤色系で、それぞれ570 nm以下、570～580 nm、600 nm以上となり、極大値波長からグループに分けることができることが明らかになった。褐色系については、珪藻類が570～575 nm、ラフィド藻類が575 nm、渦鞭毛藻類が575～580 nmと網レベルで異なった。さらに、スペクトルの形状から各グループ内で種の識別がある程度可能であることが分かった。一方で、*C. polykrikoides*赤潮が発生する可能性が予測された大分県猪串湾において、赤潮の光学特性を把握する観測を行った。*C. polykrikoides*は発生しなかったが、珪藻と*H. akashiwo*赤潮が観測された。しかし、現場では懸濁物質や有色溶存有機物の影響でスペクトルの形状が変化することから、これらの影響を考慮することが必要であることが明らかとなった。

④ 赤潮被害軽減への衛星データ利用フォーラム結成

主担当 独立行政法人水産総合研究センター

瀬戸内海区水産研究所 環境保全研究センター 板倉 茂

本課題ではまず、各地の水産試験場の赤潮研究者を中心に、赤潮被害軽減に向けて衛星データを利用することについて情報交換を行った。平成21年度には、アンケートをとった結果、多くの県において赤潮被害軽減に向けて衛星データを利用することに興味があるが、どのように利用したらよいかなど情報が十分伝わっていないことが明らかとなった。そこで本事業で得られた成果を発信するとともに、平成23年度には現時点での赤潮被害軽減に向けて利用が可能な衛星データについての講演を開催した。

3. 技術的な課題のまとめ

- ・ 現状のMODISで、ある程度の赤潮判別と赤潮グループ判別が可能である。
- ・ しかし、懸濁物質や溶存有機物との区別や、有害赤潮種かどうかの判別の精度はまだ十分とは言えず、研究課題が残る。
- ・ また、MODISはキャリブレーションの問題があり、その意味でも安定性のある赤潮判別手法の開発が必要である。
- ・ 現在研究の進んでいる懸濁物質などの多い海域での大気補正手法や潜在的光学特性を利用する手法などの研究を加速する必要がある。
- ・ これらの研究のためには、赤潮状況で光学特性の把握が必須である。
- ・ より精度の高い赤潮情報の抽出のためには、波長の解像度の高い衛星データが望ましい。
- ・ 雲などによるデータの欠損や詳細な時間変化を調べるうえで、韓国が最近打ち上げたような静止海色衛星は有効である。
- ・ 小型衛星での赤潮監視の可能性もあるが、波長数の確保等が課題である。複数打ち上げられれば、時間頻度を上げられる可能性もある。
- ・ 大気補正を向上するためには、ライダー等の大気観測と組み合わせた衛星の可能性もある。
- ・ 処理・配信に関しては、今回行った試験的なデータ配布であれば、技術的にはそれほど問題はない。

4. 体制的な課題のまとめ

- ・ MODISの設計寿命はすでに過ぎており、NASAは平成23年10月にVIIRS/SUOMI-NPPを打ち上げたが、現状ではまだ実運用がされていない。また国内でのデータ受信・配布体制は未定であり今後確立していく必要がある。
- ・ 韓国の500m解像度の静止海色センサーGOCIは、日本の赤潮観測にもかなり期待はできる。日本では（財）環日本海環境協力センターなどがデータ配布に興味を示しているが、再配布に関する許可はまだ下りておらず、韓国側に継続して要請する必要がある。
- ・ JAXAは250m解像度のGCOM-Cを平成26年度打ち上げで計画しており、現場ではこの利用に期待が広がっている。しかし、打ち上げが延期される可能性もあり、関係機関へ予定通りの打ち上げを要望する必要がある。
- ・ JAXAを中心にさらに将来の日本の将来センサーの検討も行われており、さ

- らに具体的なセンサー提案を進める必要がある。
- ・ GCOM-CについてはJAXAから赤潮を含めたデータ配信の予定があるが、現状のMODISについては、当面名古屋大学で処理範囲を瀬戸内海全域に広げて配信を行うことを検討する。状況によっては（財）環日本海環境協力センターなど長期運用が可能な他の組織も興味をもっており移行することも可能である。
 - ・ 赤潮情報のより正確な把握のためには、さらに技術研究が必要であるが、そのためには本研究のような、頻繁に赤潮観測を行うことのできる水産試験場と生物光学や衛星データに詳しい研究者の連携を強めた共同研究が必要である。
 - ・ 現状の衛星データでも、実際に赤潮被害軽減のために利用することは可能である。そのためには、データの頻度や懸濁物等の多い海域や種類の判別などに限界のあることを前提に、一つの情報として衛星データを利用することが必要であり、定常的な水産試験場と衛星データに詳しい研究者の情報交換が必要である。
 - ・ 漁業者に正確な情報を有効に受け渡すためには、水産試験場等の研究者の存在が非常に重要である。しかし、多くの組織では担当者が頻繁に変わることもあり、衛星技術の把握ができていない。そのために継続的な教育システムの構築が必須である。
 - ・ 民間会社から有料でデータ配信をする可能性もあるが、現状ではどれだけのユーザーが付くかははっきりしない。さらに被害軽減の実績を作ることがまずは必要である。

5. 発表

口頭・ポスター発表(予定を含む)

1. Miyamura, K. and J. Ishizaka, Characteristics of a red tide due to the harmful dinoflagellate *Karenia mikimotoi* occurred in West of Seto inland sea and red tide satellite monitoring system, 15th International Conference on Harmful Algae, Changwon, Korea, 2012.10.29-11.2.
2. Ishizaka, J., Use of remote sensing data for monitoring harmful algal blooms (HABs) and eutrophication, East Asian Seas Congress 2012, Changwon, Korea, 2012.7.11. (Invited)
3. 石坂丞二, 韓国静止衛星海色センサーGOCI の状況, 水研 - JAXA 共同研究発表会「衛星観測システムの海洋生態系研究及び水産業への利用のための基盤技術に関する研究」の成果報告会, 東京, 2012.2.21
4. Ishizaka, J., and Y. Sakuno, Validation of GOCI Products and Application to Environmental Monitoring of Japanese Coastal Waters, 2nd GOCI PI Workshop, Ansan, the Republic of Korea, 2012.1.11
5. Kishino, M., T. Masuda and K. Furuya, Colors of Red Tides: Detection of Red Tide Species from Ocean Color, The 8th Korea-Japan Workshop on Ocean Color Remote Sensing, Ansan, the Republic of Korea, 2012.1.10

6. 石坂丞二, 赤潮被害軽減のための衛星データ入門, 平成23年度漁場環境保全関係研究開発推進特別部会 赤潮・貝毒部会, 広島, 2011.12.9
7. Ishizaka, J., K. Miyamura, K. Furuya and S. Itakura, Status and perspective remote sensing data use to reduce the damage caused by red tides (Harmful Algal Bloom) in Japan, PICES 2011 Annual Meeting Mechanisms of Marine Ecosystem Reorganization in the North Pacific Ocean, Khabarovsk, Russia, 2011.10.15 (Invited)
8. Ishizaka, J., Detection of Primary Production and Eutrophication using Ocean Color Remote Sensing, NOWPAP/PICES/WESTPAC Joint Training Course on Remote Sensing Data Analysis, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia, 2011.10.8-12 (Invited).
9. Ishizaka, J., Use of Satellite Ocean Color Data for Environmental Monitoring in the Eastern Asia, Training Course on “The Application of Ocean Colour Remote Sensing for Study of Marine and Coastal Processes and related Bio-Resources”, Institute of Oceanography, Nha Trang, Vietnam, 2011.9.18-25 (Invited)
10. 宮村和良, 大分県豊後水道北部沿岸における赤潮監視とその成果 (リモートセンシング技術を利用した赤潮監視), 第19回瀬戸内海研究フォーラム, 大分, 2011.8.19 (poster) (優秀賞)
11. 宮村和良, 大分県豊後水道北部における赤潮監視とその成果 (リモートセンシング技術を利用した赤潮監視), 大分県臼杵土木事務所, 2011.6.22
12. 宮村和良, 大分県豊後水道北部における赤潮監視とその成果 (リモートセンシング技術を利用した赤潮監視), 大分県漁業協同組合佐伯支店, 2011.6.17
13. Furuya, K., Comparative ecology of green *Noctiluca scintillans* in eutrophic waters, 8th WESTPAC Scientific Symposium, Busan, the Republic of Korea, 2011.3.30
14. Siswanto, E., K. Miyamura and J. Ishizaka, Red tide detection using MODIS ocean color data in the western part of Seto Inland Sea, 2011年度日本海洋学会春季大会, 千葉県柏市, 東京大学柏キャンパス, 2011.3.23~25 (Poster) (震災のため要旨のみの発表)
15. 宮村和良・岩野英樹・石坂丞二・エコシスワント, 大分県豊後水道沿岸におけるリモートセンシング技術を利用した赤潮監視, 水研-JAXA共同研究発表会, 東京都, 2011.2.21
16. Siswanto, E., K. Miyamura and J. Ishizaka, A new practical method to discriminate red tide type from non-phytoplankton dominated waters using MODIS ocean color data in the western part of Seto Inland Sea, Japan, Workshop for ocean colour data collection, distribution and utilization for East Asian

- coastal waters and The 7th Korea-Japan Workshop on Ocean Color Remote Sensing, Hakodate Hokkaido, 2010.12.18 (poster)
17. Ishizaka, J., K. Miyamura, K. Furuya and S. Itakura, Toward reduction of red tide damage with satellite ocean color data, Workshop for ocean colour data collection, distribution and utilization for East Asian coastal waters and The 7th Korea-Japan Workshop on Ocean Color Remote Sensing, Hakodate Hokkaido, 2010.12.18
 18. 宮村和良・岩野英樹・石坂丞二・エコシスワント・小泉喜嗣・尾田成幸・小柳隆文・古川三記子・村上浩, 大分県豊後水道沿岸域におけるカレニア赤潮監視とその成果 (リモートセンシング技術を利用した赤潮監視), H22 年度水産業関係研究開発推進会議漁場環境保全関係研究開発推進特別部会赤潮・貝毒部会, 広島, 2010.12.9
 19. 石坂丞二・宮村和良・古谷研・板倉茂, 赤潮被害軽減のための衛星データ利用実証試験, H22 年度水産業関係研究開発推進会議漁場環境保全関係研究開発推進特別部会赤潮・貝毒部会, 広島, 2010.12.9
 20. Kishino, M. and K. Furuya, Colors of Red Tides: Experimental studies of color of phytoplankton, Ocean Optics XX, Anchorage, USA, 2010.9.27-30 (poster)
 21. 宮村和良, 豊後水道における *Karenia mikimotoi* 赤潮, 平成 22 年度日本水産学会秋季大会 (ミニシンポジウム), 京都市, 2010.9.22
 22. Ishizaka, J., S. Sathyendranath, and T. Platt, Ocean Color contribution to GEO, ISPRS Commission VIII, Kyoto, 2010.8.9 (Invited)
 23. 宮村和良, 豊後水道北部海域で発生するカレニア・ミキモトイ赤潮と新たな現場監視の取り組み (リモートセンシング技術を用いた赤潮監視の試み), 豊後水道域北部海区漁協支店・3 市と水産研究等による連絡会議, 大分県臼杵市, 2010.6.8
 24. Ishizaka, J., and H. Murakami, Status of the GCOM-C 6th Korea-Japan Workshop for Ocean Color, Ansan, the Republic of Korea, 2009.12.10
 25. Kishino, M. and K. Furuya, Colors of Red Tides: Experimental studies of color of phytoplankton, 6th Korea-Japan Workshop for Ocean Color, Ansan, the Republic of Korea, 2009.12.11
 26. 石坂丞二, 赤潮被害軽減にむけた衛星データ利用について, 平成 21 年度水産総合研究センター、宇宙航空研究開発機構共同研究発表会「衛星観測システムの海洋生態系研究及び水産業の利用のための基盤技術に関する共同研究」, 東京, 2010.2.5
 27. 宮村和良, イメージングフローサイトメーターを用いた有害プランクトンの検出について, 平成 21 年度水産総合研究センター、宇宙航空研究開発機構共同研究発表会「衛星観測システムの海洋生態系研究及び水産業の利用のための基盤技術に関する共同研究」, 東京, 2010.2.5
 28. Ishizaka, J., Satellite detection and countermeasure of red tides, the SAFARI

論文発表

1. Siswanto, E., J. Ishizaka, S.C. Tripathy, K. Miyamura, A practical cost-effective approach to detect harmful algal blooms of *Karenia mikimotoi* using MODIS measurements; a case study in the western part of Seta-Inland Sea, Japan, 投稿中
2. Lirdwitayaprasit, T., P. Chuabkarnrai, C. Nitithamayong and K. Furuya, Effect of salinity on vertical migration of green *Noctiluca* under laboratory conditions, Coastal Marine Science, 印刷中
3. Rujinard Sriwoon, R., T. Lirdwitayaprasit, R. Azanza and K. Furuya, *Noctiluca scintillans*: red tide species associated with eutrophication in Southeast Asian waters, Coastal Marine Science, 印刷中
4. Son, Y. B., J. Ishizaka, J.-C. Jeong, H.-C. Kim, and T. Lee, *Cochlodinium polykrikoides* Red Tide Detection in the South Sea of Korea using Spectral Classification of MODIS Data, Ocean Science Journal, 46(4), pp.239-pp.263, 2011.12
5. Harrison, P. J., K. Furuya, P. M. Glibert, J. Xu, H.B. Liu, K. Yin, J. H. W. Lee, H. Liu R., Gowan A. R. Al-Azri, A. Y. T. Ho and D. M. Anderson, Geographical distribution of red and green *Noctiluca scintillans*, Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 29(4), pp.807-pp.831, 2011.7
6. Furuya, K., P. M. Glibert, M. Zhou and R. Raine, Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms: Harmful Algal Blooms in Asia, IOC and SCOR, Paris and Newark, Delaware, 2010.4

マスコミ報道

1. TOS テレビ大分「ほっとはーと OITA」, 広域赤潮監視システムの構築, 2010.8.21 11:25-11:40
2. 大分合同新聞, 「人工衛星+自動検出機 赤潮素早く察知 県システム開発計画」, 2010.1.13 朝刊1面