

別紙 4

報告番 -	※ -	第
----------	--------	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目: Satellite-based Study of Interannual Variation of Abundance and Seasonal Transport of Giant Jellyfish, *Nemopilema nomurai*, in the Yellow Sea and East China Sea (黄海と東シナ海での大型クラゲ *Nemopilema nomurai* の現存量経年変動と季節的輸送に関する衛星による研究)

氏 名: 許 永久 (XU Yongjiu)

論 文 内 容 の 要 旨

Scyphozoa と Hydrozoa に分類されるクラゲの種は、世界中の海で増加している。クラゲの発生は人間の生活（レジャー、漁業、養殖、発電）にも被害を与えるために、その増加の原因と影響を知ることは人間にとっても重要である。クラゲのゼラチン質の体は弱く、既存のサンプリングが困難なため、現存量と分布の量的記録やその時の環境変化のデータはほとんどない。時空間的に高解像度の衛星データは、環境変動を調べるのに適しており、クラゲの量や空間分布のよい指標となると考えられる。エチゼンクラゲ *Nemopilema nomurai* は、近年黄海と東シナ海、日本海で 2002 年から 2009 年に大発生が問題となった。この研究では、エチゼンクラゲの大発生の経年変動や輸送を衛星データに基づいた環境指標と結び付けて説明することを目的とした。

第二章では、エチゼンクラゲの大発生の長期的な増加と最近の減少の原因に関して、衛星で観測した表面水温 (SST) とクロロフィル a (Chl-a) を用いて、3つの仮説（水温、富栄養化、マッチ・ミスマッチ）を検証した。高水温は *N. nomurai* のポリプのストロビレーションと、エフィラ幼生の成長を活発化させるといわれている。また、富栄養化は植物プランクトンの現存量を増やし、エチゼンクラゲの餌である動物プランクトンを増やすと考えられる。さらに、エフィラ期と植物プランクトンブルーム期のタイミングが合う（マッチする）こともエフィラへの餌の供給を増やす。従って、これらの環境条件は *N. nomurai* の大発生を促すと言われている。そこで、エチゼンクラゲ大発生が起きる前の年 (PJY: 1998-2001)、大

発生が起きた年 (JY: 2002-2007, 2009)、大発生が無かった年 (NJY; 2008, 2010) の3つの時期の晩春から初夏の環境の違いを調べた。初めに水温仮説について、PJY、JY、NJY の SST の違いを調べた。SST は 1985 年から 2007 年に上昇し、クラゲ大発生の長期的増加に高水温が有利であることが示された。SST は NJY には JY よりも有意に低く、低温によってクラゲの大発生が起こらなかった可能性を示唆した。次に、長期の Chl-a の変動を調べることで、富栄養化仮説を検証した。植物プランクトン量である Chl-a は、1998 年から 2010 年にかけて黄海、東シナ海のほとんど海域で増加し、富栄養化がエチゼンクラゲの大発生の長期的増加に有利であることが示唆された。さらに、エフィラがポリプから分離し成長できる水温 15 度になる時期が、餌の発生と関係がある植物プランクトンのブルームのタイミングとマッチするかどうか調べた。植物プランクトンブルームの時期は経年的にも空間的にも大きく変動し、SST が 15 度になる時期とのマッチ・ミスマッチは、エチゼンクラゲの大発生の長期的増加と最近の減少とは対応しなかった。

第三章では、黄海・東シナ海での夏季のエチゼンクラゲの分布と水塊や循環との関係を、船舶観測、衛星データ、粒子追跡モデルを合わせて調べた。2013 年 7 月の黄海・東シナ海でエチゼンクラゲの分布を目視観測した。この時の水温と塩分の特性を解析した結果、主に 6 つの水塊と 2 つの混合水が確認された。エチゼンクラゲは、多くは南黄海水の他、長江希釈水と長江湧昇水の混合水、長江希釈水と黒潮水の混合水で見られ、他の水塊には少ししか見られなかった。この水塊の季節的变化を衛星データで調べた結果、冬期の季節風が弱くなると、江蘇省沿岸の SST が 15 度以上の暖かい水が、5 月から 7 月にかけて北そして北東へ移動した。おそらく南風がこの北東への循環を起こす重要な要素である。この結果は、風による循環が、5 月中に若いクラゲを沿岸から北の沖合に輸送するのに貢献していることを示している。さらに潜在的なクラゲの供給先を逆粒子追跡実験によって調べ、そこからの輸送を粒子追跡し独立した観測データによって検証した。クラゲの入った水塊は江蘇省沿岸に 5 月にまで逆追跡されたのに対して、クラゲのいない水塊は黄海に留まるか、長江河口、台湾海峡にまで逆追跡された。このことから、7 月に特に黄海で見られた多くのエチゼンクラゲは、5 月に長江の北から江蘇省の沿岸で SST が 15 度以上になった時に、ポリプからエフィラになって輸送されたと考えられた。

この研究は、黄海と東シナ海の *N. nomurai* の現存量の経年変動と季節的な輸送を説明するために、衛星によって測定した環境要素を利用することが有効であることを初めて示した。このような衛星を利用する研究は、黄海と東シナ海の *N. nomurai* だけでなく、他の場所の他の沖合種 (たとえば、魚類幼生やプランクトン) にも利用可能であり、今後の海洋生態系の研究の発展に重要である。