船舶の安全運航実務における衛星画像情報の利用について

濱地 義法*・石田 邦光*・鈴木 秀司*

Practical Use of Meteorological Satellite Images

for Safety Navigation

Yoshinori HAMAJI, Kunimitsu ISHIDA, Shuji SUZUKI

Abstract

Recently, we can obtain easily the meteorological satellite images by using the internet on the shipboard. However, most of navigational officers have not knowledge and use experience about the satellite images. Actually, the meteorological satellite images indicate some weather conditions cannot be predicted in a weather chart or the latest forecast before the departure on a voyage. Then a purpose of this study is to propose a guideline for use of meteorological satellite images for the navigational officers. In this study, from the meteorological satellite images, we were able to classify some characteristics of the cloud condition when the phenomenon such as the freak waves or the gusts that might cause the obstacle to the safety navigation occurs.

Thus we arranged the result in this paper, and proposed a guideline when a navigation officer uses a meteorological satellite image.

Keywords : *weather forecast, meteorological satellite images, freak wave, gust, safety navigation*

キーワード : 気象予報、気象衛星画像、異常波、暴風、安全運航

1. はじめに

近年、海上においてもインターネットへの接続が可能となり、入手できる気象情報が増大した。しかし、多くの海技従事者は、気象衛星画像、アメダス、気象レーダーなどのリアルタイムな気象情報の活用経験が浅く、技術習得の機会や参考資料も少ないのが現状である。そこで本研究は、海技従事者がインターネット等を介して得られる衛星画像情報を活用するための着目点を明確にすることを目的とした。

現在、数値予報モデルで得られる諸データを入力値として波浪モデルが駆動されている⁽¹⁾が海洋観測データの不足、コンピューターの処理能力やモデル

の格子間隔等の制約により突発的異常波の予測は困難である。このため、船舶に危険を及ぼす突発的異常波の発生は運航者各々が直観的に予測せざるを得ない。

また、古くから船乗りの間では突発的異常波が目撃され、「一発大波」などとして伝承されているが、それらは主観的報告がほとんどである。これらを踏まえ、本論文では異常波の発生、また船舶運航者にとって特に出入港時などに貴重な情報となる暴風あるいは突風の予測について、各現象時における衛星画像の特徴抽出と分類を試みた。

* 正会員 鳥羽商船高等専門学校商船学科 (〒517-8501 三重県鳥羽市池上町 1-1) hamaji@toba-cmt.ac.jp

2. 使用データ

2.1 衛星画像

衛星画像については、昼夜を問わず船上から利用する事を前提とし、主に気象庁ホームページ⁽²⁾あるいは高知大学ホームページ⁽³⁾から提供されているMTSAT-1R(運輸多目的衛星ひまわり 6 号: Multi-function Transport Satellite - 1R)およびGMS-5(気象観測衛星ひまわり 5 号: Geostationary Metrological Satellite - 5)の赤外面像を利用した。MTSAT-1R は静止経度 140 度、高度約 3 万 6,000km で運用されており、得られる赤外面像の空間分解能は 4km、おおよそ 30 分毎に観測されている。また、2005 年 7 月以前については GMS-5 の衛星画像を用いている。GMS-5 は静止経度、高度ともに MTSAT-1R とほぼ同様であるが、赤外面像の空間分解能が 5km と低く、1 時間毎の観測となっている。

また、衛星画像の特徴抽出と検証については、先ず、抽出した擾乱(異常波、暴風および突風)の発生時刻・発生場所に対応する衛星画像を目視によって類似パターン毎に分類した。次に、それぞれのパターンに見られる雲型がもたらす気象現象について文献調査を行い、衛星画像あるいは地上天気図での予測の可能性、また、一般的な気象学の視点で擾乱のメカニズムを検証した。

なお、台風についてはその危険性が既に広く認識されており、また、そのメカニズムや動きが特殊なことから個別に調査を行う事が望ましいと考え、本研究の対象外とした。

2.2 波浪データ

波浪データとして NOWPHAS (全国港湾海洋波浪観測年報: Nationwide Ocean Wave information network for Ports and Harbours)の波浪観測データを使用した。NOWPHAS では、2004 年現在、全国 56 地点で 20 分間毎(1 日 72 回)波浪観測を行っている。なお、本研究での調査期間は 2000 年～2005 年である。

2.3 気象データ

暴風の発生状況を調査するため、気象庁から提供されているアメダス 10 分値データを使用し、2003 年～2007 年の 5 年間、全国約 1300 箇所のアメダス観測ポイントから風速 20m/s 以上を抽出し整理した。データ数は約 3 億 4000 万件にのぼり、抽出作業に約 2 週間を要したことを付記しておく。

2.4 突風データ

突風については、気象庁ホームページ気象統計情報に掲載されている「竜巻等の突風データベース」を基に、2007 年に発生した突風事例について分析した。また、竜巻やダウンバーストなどの強度を表す指標として「藤田スケール」⁽⁴⁾(F0～F6)を利用する事が多く、本研究でもこの指標を用いた。

3. 異常波発生の予測

船長は航海に先立ち、遭遇する海象を予測し、堪航性が確保できると確信した上で出港を決定する。その判断材料は各種波浪予想図や気象情報会社などからの情報が主である。近年、数値予報モデルが進歩し各種予報の精度は格段に向上した。しかし、乗船勤務に携わっていると各種予報値を大幅に上回る海象に遭遇することも珍しくなく、その予想外の海象によって船体や貨物にダメージを受ける事が多い。

3.1 検証の方法

突発的異常波の効果的な観測は、その性質上非常に困難である。このため、本研究では NOWPHAS の「年最大有義波および対応最高波(20 分間の観測に対応する最高波)」の中から特に顕著な高波高(最高波 10m 以上)の発生海域 32 事例を抽出し、それが観測された海域周辺の衛星画像の特徴について分類・整理した。最高波 10m 以上となるのは年数回程度であり、この稀な出現率の異常波を、大型船舶の航行に重大な危険をおよぼすものと考えた。「フリーク波」について、多くの研究者に採用されている定義は「20 分間の全観測波のうち有義波高の 2 倍を超える最高波」⁽⁶⁾であるが、本論文では上述した特に顕著な高波高(最高波; Hmax, 10m 以上)ではフリーク波あるいはそれに近い高波が発生しているものと考え、「異常波」と総称する。

3.2 異常波をもたらす衛星画像パターン

調査の結果、最大波高 10m を超えるような海域では衛星画像になんらかの特徴が見られ、次の 4 つのパターンに大別できた。

3.2.1 筋雲の収束による異常波

32 事例中 6 事例に相当し、その一例を Fig.1 に示す。2002 年 11 月 10 日 0 時頃、酒田(○印)で Hmax=12.2m を観測した。地上天気図では 9 日から 10 日にかけて典型的な冬型気圧配置が緩んでいく状況であった。しかし、衛星画像を観察すると日本海

に示した2本の矢印の方向からの筋雲が酒田付近で収束しているのが解る。異常波をもたらした同様のパターンは6事例あるが、地上天気図からこの収束を読み取ることは出来なかった。しかし、筋雲がその流れの方向に並んだ縞模様となるのはベナールの対流実験などで検証されている⁽⁵⁾。従って、この海域では筋雲に対応して風波も収束していると推測される。つまり、台風の中心部などで進行方向の異なる波がぶつかって、三角形の峰の尖った大波となることはよく知られている⁽⁷⁾が、これと同様のプロセスによって異常波が発生したと考えられる。ここでは示さないが、進行方向の異なる波は台風や低気圧の中心付近だけではなく、地形の影響などにより生じることもあり衛星画像で観察できる事が多い。

Fig.1 GMS Infrared Image (2002/11/10 00JST)

3.2.2 小規模低気圧による異常波

32 事例中 2 事例に相当し、その一例を Fig.2 に示す。2005 年 12 月 22 日 12 時頃、福井 (○印) で $H_{max}=12.2m$ を記録した事例である。日本海には発達した Cb や収束域が多く見られる (△印)。この 3 時間前 (9 時) の衛星画像 (Fig.3) では、福井沖に小規模低気圧⁽⁴⁾ (□印) が見られた。なお本論では雲の収束域などで発生する小さな渦巻きも含めて小規模低気圧と表現する。この事例の擾乱は「台風」と「竜巻」の中間スケール⁽⁴⁾であり、メソγスケール (2~20km) に分類される。当時の地上天気図では三陸沖に発達した低気圧があり、冬型の気圧配置が強まっていたが、日本海に低気圧は解析されていなかった。しかし、この様な小規模低気圧による海難は過去にも多くの事例があり警戒しなければならない⁽⁶⁾。なお、小規模低気圧は衛星画像では後述するコンマ形雲として現れる事が多いが、今回の事例の様にスケールが非常に小さく発見が難しいものもある。

Fig.2 MTSAT Infrared Image (2005/12/22 12JST)

Fig.3 MTSAT Infrared Image (2005/12/22 09JST)

3.2.3 低気圧西側弧状雲に伴う異常波

32 事例中 8 事例に相当し、その一例を Fig.4 に示す。2005 年 10 月 23 日 1 時頃、鳥取 (○印) で $H_{max}=11.7m$ を観測した。若狭湾を取り巻く渦状の雲は地上天気図でも低気圧として解析されている。この低気圧は北西から南東に移動した。このため低気圧の南西側では低気圧性の回転を持った風に加え、擾乱そのものを移動させる風、いわゆる一般流⁽⁴⁾が加わることで、風速が増大され、これが異常波を引き起こす一因でもあると推測される。

Fig.4 MTSAT Infrared Image (2005/10/23 01JST)

3.2.4 低気圧中心部での異常波

32 事例中 7 事例に相当し、その一例を Fig.5 に示す。2002 年 1 月 27 日 18 時頃、むつ小川原 (○印) で $H_{max}=11.1m$ 、20 時には八戸で $H_{max}=11.9m$ を観測した。異常波が観測された当時の地上天気図では、むつ小川原と八戸は低気圧のほぼ中心部に位置していた。低気圧中心部ではあらゆる方向からの風波が存在し、特に低気圧の移動が遅い場合にはその吹走時間も長引くことから、異常波が発生しやすいと考えられる。また、低気圧に伴う雲域の中では 3.2.3 で示した西側孤状雲のように発達した Cb の動向にも注意が必要である。

Fig.5 GMS Infrared Image (2002/01/27 18JST)

3.2.5 分類できなかった異常波

これまで挙げた 4 つの雲パターンに分類が難しいものが 32 事例中 9 事例 (28.1%) あった。この 9 事例についても、それぞれの画像には何らかの特徴があった。

Fig.6 は 2001 年 2 月 2 日 16 時頃、留萌 (○印) で $H_{max}=10.8m$ を記録した時の衛星画像である。今回、パターンには分類しなかったものの、湾曲した筋雲が複数方向からの波浪の収束を誘発している事が考えられる。

Fig.7 は 2005 年 12 月 22 日 2 時頃、名瀬 (○印) で $H_{max}=12.3m$ を記録した時の衛星画像である。冬季の沖縄付近で高波高となるのは、この様なオープンセル⁽⁸⁾が見られる 2 事例があったが、オープンセルである以外の目立った特徴は見出せなかった。オープンセルとは雲のない領域をとり囲んだドーナツ状あるいは U 字状の雲パターンであり、海面水温と気温の差が大きい時に現れ、流入する寒気の強さを推定する指標となる。

Fig.6 GMS Infrared Image (2001/02/02 16JST)

Fig.7 MTSAT Infrared Image (2005/12/22 02JST)

3.3 突発的異常波遭遇の実例

2004 年 12 月 17 日 2 時頃、神威岬沖を航行中の船舶が予想外の荒天 (風 NW35m、波浪 NW 約 8m) に遭遇した。MICS (沿岸域情報提供システム: Maritime Information and Communication System) によると、神威岬の北東約 6 マイルに位置する積丹岬では 1 時に 30m/s を超える暴風を観測し、神威岬に設置されている波高計 (有義波高) は 0 時まで 4~6m であったものが、その後急激に増大し、2 時には 9m を記録した (Table 1)。しかし、当時の波浪予報資料は、どれも波高 6m 以下の予想であり、安全管理規定に基づいた運航であった。

Fig.8 は神威岬沖異常波発生時の衛星画像である。時系列で衛星画像を観察すると、北海道西方海上には小規模低気圧が確認でき、3.2.3 で触れた西側孤状雲が神威岬を覆っている。この数時間前の衛星画像では小規模低気圧発生の兆候がみられ、船上にて衛星画像を常時監視できる環境が整っていれば、その西側孤状雲の接近は予測可能であった。

Table 1 MICS (2004/12/16-21:55~12/17-03:55)

Time	Shakotan cape		Kamui cape
	Wind direction	Wind Velocity	Wave height
16 th 21:55	WNW	14m/s	4m
22:55	WNW	14m/s	4m
23:55	WNW	21m/s	6m
17 th 00:55	NNW	31m/s	8m
01:55	NNW	30m/s	9m
02:55	NNW	28m/s	9m
03:55	NNW	28m/s	8m

Fig.8 GMS Infrared Image (2004/12/17 02JST)

Fig.9 と Fig.10 に示す地上天気図は 12 月 16 日 21 時および 17 日 9 時のもので、神威岬付近に低気圧は描かれていない。等圧線の間隔は狭く北西の強風となることは予測できるが、9m に達するこの突発的な波を予測する事は困難である。

このような小規模な低気圧性擾乱はその寿命が数時間であり、6 時間毎でタイムラグの大きい地上天気図で解析することには無理がある。一方、30 分毎に、ほぼリアルタイムで入手できる衛星画像を監視する事で小規模低気圧に伴う西側孤状雲の動きを把握できることが多い。

3.4 有義波高と異常波との関係

一般に 1000 波に 1 波は有義波($H_{1/3}$)の 1.93 倍の波が出現するとされている⁹⁾。今回調査した 2000 年～2005 年の NOWPHAS では $H_{1/3}$ と対応する最高波 (H_{max}) が提供されている。Fig.11 は今回解析した事例の $H_{1/3}$ と H_{max} の関係を示したものである。調査した事例では $H_{1/3}$ に対し、1.92 倍の H_{max} が 2 件あり、それ以上の異常波は観測されていない。しか

Fig.9 Weather Chart (2004/12/16 21JST)

Fig.10 Weather Chart (2004/12/17 09JST)

Fig.11 The relationship between $H_{1/3}$ and H_{max}

し、NOWPHAS 観測点で有義波の 2 倍を定義とする「フリーク波」に達していなくても、周辺海域でそれを上回る異常波が生じていた可能性はある。

4. 暴風をもたらす衛星画像

4.1 検証の方法

「暴風」とは風力階級の呼び名あるいは一般的な強い風を意味する⁽⁴⁾が、本論文では風速 25m/s 以上の強風を「暴風」として定義し、アメダス 10 分値データから暴風を抽出した。台風接近時を除いて 5 年間で最も風速が大きかったのは 2007 年 1 月 7 日 7 時えりも岬での 39m/s であった。なお、アメダス 10 分値データで提供されている風速は正時前 10 分間の平均風速を 1 m/s 単位で表したものである。この抽出した暴風の発生海域について衛星画像を調査した。ただし、えりも岬と室戸岬については風速 25m/s を超える日が珍しくなく、本研究の趣旨からみて 30m/s を超えるデータを暴風とみなした。この結果、台風が主要因であるものを除くと 67 事例が抽出でき、衛星画像の特徴から次に示す 3 パターンに大別した。

4.2 暴風をとまなう衛星画像パターン

4.2.1 低気圧西～南側の弧状雲に伴う暴風

67 事例中 23 事例に相当し、その一例を Fig.12 (a) (b) に示す。2004 年 1 月 8 日 6 時頃、地上天気図でも解析されている低気圧の西側弧状雲が奥尻島 (○印) を覆った際、同地点のアメダスが 25m/s の暴風を記録した。この低気圧西～南側の弧状雲に伴う暴風パターンの特徴としては Fig.12 (b) が示す通り約 3 時間で風速が 20m/s 以上強まり、突発性である。また、風向は 30 分間で ESE から NW に急変している。この北海道を覆っている雲域はその形から、コンマ形雲と呼ばれ、発達した積乱雲を伴い、雷雨や突風など激しい擾乱をもたらすことで知られる⁽¹⁰⁾。

Fig.12(a) GMS Infrared Image (04/01/08)

Fig.12(b) The case of Okushiri (04/01/08)

4.2.2 前線帯に伴う暴風

67 事例中 20 事例に相当し、その一例を Fig.13 (a) (b) に示す。2004 年 12 月 5 日 1 時のものであるが、寒冷前線に伴う発達した雲列が友ヶ島 (○印) を覆っている。この時刻からその風向が SSE から NNW に急変、風速も大きく変化し、31m/s の暴風が観測された後は 10m/s まで急激に弱まり、突発性であった。この事例の様に、衛星画像で前線が解析できる場合、それを毎時追跡する事により突風あるいは暴風の発生する時刻を正確に予測できることが多く、アメダスの風向風速データなどを併用することでより精度の高い予測が可能となろう。

また、この事例では地上天気図にも前線が描かれていたが、地上天気図に表現されていなくとも衛星画像を利用する事で確認できる前線は多くみられた。従って、地上天気図に表現されている前線だけに囚われてはならない⁽⁴⁾。

Fig.13(a) GMS Infrared Image (04/12/05)

Fig.13(b) The case of Tomogashima (04/12/05)

4.2.3 筋雲に伴う暴風

67 事例中 8 事例に相当し、その一例を Fig.14 (a) (b) に示す。2005 年 12 月 18 日 23 時頃、飛島 (○印) で 25m/s の暴風が観測された。この事例のような筋雲に伴う暴風については風向、風速共に変化は少なく、持続性であるといえる。ただ、筋雲が収束する海域においてはポーラーローウ等の発生により風向・風速が急変する事があるので注意を要する⁽⁵⁾。また、一般的に大陸の海岸線から筋雲の発生ポイントまでの遠近 (離岸距離) は寒気の強さの目安であるとされている⁽¹¹⁾。この事例では強い寒気が大陸から南下している事が伺える。

Fig.14(a) MTSAT Infrared Image (05/12/18)

4.2.4 分類できなかった暴風事例

ここで挙げた 3 パターンに分類しなかったものについては 67 事例中 16 事例あった。この事例のほとんどが低気圧中心付近、あるいは先に示したパターンが複合したものであり、その地域には発達した雲域が見られた。また、2005 年 12 月 1 日 5 時に木曽福島のアメダスが風速 26m/s を記録している事例が

あったが、これについては衛星画像からその特徴を見出す事が出来ず、また、状況からみて風速データ自体に問題があると推測している。

Fig.14(b) The case of Tobishima (05/12/18)

5. 突風をもたらす衛星画像

5.1 検証の方法

「竜巻等の突風データベース」を基に、2007 年に発生した突風事例について、衛星画像を分析したところ、大きく 4 つの雲パターンに分類できた。

ただし、竜巻が原因の突風については、雲パターンを見出せず、衛星画像等によって、その発生を予測する事は不可能であるとの結論に至った。これは MTSAT の赤外画像の空間分解能は 4km であるのに対し、竜巻の直径は 100~600m と非常に小さい事が原因と考えられる。竜巻の発生予測については、気象庁によるドップラーレーダー等を利用した「竜巻注意情報」を入手する事が現実的であろう。また、今回は F1 (風速 33~49m/s) を超える突風事例はなかった。

5.2 突風をもたらす衛星画像パターン

5.2.1 前線帯による突風

2007 年 7 月 12 日 12 時頃、愛知県豊田市 (○印) で F1 の突風 (ダウンバースト⁽⁵⁾) が発生し、負傷者 1 名および住宅半壊の被害が発生した。この時刻の衛星画像 (Fig.15) を見ると、台風接近に伴った南からの湿った空気の流入が停滞前線を活発にしている事が伺える。豊田市にも発達した Cb が見られる。前線通過時は突風に注意することは当然であるが、衛星画像でこの様な光り輝く Cb が確認されるときにはダウンバーストが生じやすい大気の状態のこともあり、突風に十分警戒すべきである。地上天気図 (Fig.16) を見ても台風がもたらす南からの湿った空

気によって、前線の活動が活発になるという予想はできるが、具体的に何処で Cb が発達し、突風の恐れがあるかは予測できない。

ダウンバーストの規模は 1km から数十 km と大小様々であるが、水平方向に 4km 以下という小型のものをマイクロバースト、それよりも大型のものをマクロバーストと呼び分けられており⁽⁵⁾、マイクロバーストなど小型のものは竜巻同様に衛星画像での観測は困難であろう。

Fig.15 MTSAT Infrared Image (2007/07/12 12JST)

Fig.16 Weather Chart (2007/07/12 09JST)

5.2.2 発達した Cb による突風

2007 年 8 月 6 日 15 時頃、富山県高岡市 (○印) で F1 の突風 (ダウンバースト) が発生し、住宅全壊の被害が 1 件発生した。9 時の地上天気図 (Fig.17) を見ると「鯨の尾型」と言われる気圧配置となっており、15 時の衛星画像 (Fig.18) では各地で熱雷と思われる Cb が点在している。夏期は台風接近時でもない限り、突風に対しての警戒が疎かになりがちであるが、この事例のように Cb が発達し、ダウンバース

トなどを引き起こす事例がある。また、ガストフロント⁽⁵⁾と言われる寒気が暖気の中に押し寄せてできる小型の前線が発生し、突風を引き起こす事もある。本論文では示していないが、ガストフロント発生時の衛星画像についても発達した Cb が確認できた。

Fig.17 Weather Chart (2007/08/06 09JST)

Fig.18 MTSAT Infrared Image (2007/08/6 15JST)

5.2.3 収束域での突風

2007 年 3 月 12 日 12 時頃、福島県南相馬市 (○印) で F0 の突風が発生した。地上天気図ではサハリン東方海上に低気圧が解析され、冬型の気圧配置となっていた。しかし、その等圧線の走向からは判断する事が出来ないが、衛星画像 (Fig.19) では日本海に 2 本の矢印で示すように筋雲の収束が確認できた。収束した空気は上昇するため、更に発達した Cb を生じ突風を伴う。特に日本海で筋雲の収束をもたらす原因として、朝鮮半島北部にある白頭山 (2744m) によって気流が二分され、風下側で寄り集まるがよく知られている⁽⁵⁾。

Fig.19 MTSAT Infrared Image (2007/03/12 12JST)

5.2.4 テーパリングクラウドによる突風

2007 年 12 月 21 日 18 時頃、沖縄県糸満市 (○印) で F0～F1 の突風が発生した。Fig.20 は当時の衛星画像で、糸満市付近上空の上・中層風上側に向かって、次第に細くなっていく形の雲が確認できる。このような雲域はテーパリングクラウド⁸⁾と言われ、その先端部分では豪雨、突風、雷、降雹などが生じる事が多く、衛星画像を監視する上で重要である。テーパリングクラウドは低気圧との位置関係などにより、8 パターンに分類される。この事例のテーパリングクラウドは S 型 (低気圧性擾乱を示す雲域または雲バンドの南側で発生するもの) に分類される。この事例についても地上天気図ではテーパリングクラウドの数百 km 北方に低気圧が解析されているが、この情報で突風を予測する事は困難であろう。衛星画像を利用することによってはじめてテーパリングクラウドの存在が解り、突風予測が可能となる。

Fig.20 MTSAT Infrared Image (2007/12/21 18JST)

6. 衛星画像利用上の着目点

本論文での事例解析を踏まえ、船舶運航実務において衛星画像情報を利用する際の着目点を以下にまとめた。

- 1) 筋雲が収束する海域は双方向からの風波が発生していると考えられる。このような海域では合成波となり、いわゆる「三角波」が発生しやすい。
- 2) メソγスケール (2～20km) 以下の擾乱は衛星画像でもその発見が困難である。
- 3) 低気圧性擾乱の西側 (南西側) では低気圧性擾乱に伴う風に一般流が加わり、風速が増大し、異常波を引き起こすと推測される。特に弧状雲を伴う場合には注意を要する。
- 4) 衛星画像で前線が明確な場合、それを追跡する事により突風あるいは暴風の発生する時刻がほぼ正確に把握できることがある。
- 5) 大陸の海岸線から筋雲の発生ポイントまでの遠近 (離岸距離) は寒気の強さの目安である。
- 6) 竜巻については衛星画像から予測することが出来ないため、気象庁による「竜巻注意情報」を利用するのが現実的である。
- 7) 台風接近時など、暖気の流入により前線が活発になると台風中心から離れていてもダウンバーストなどの激しい擾乱が発生する事がある。

7. むすび

本研究は科学的な理論や実証を目的としたものではなく、むしろ船舶運航現場において気象災害の防止、安全運航の実現に寄与する事を目指している。突発的異常波の事例収集については遭遇船舶からの情報を得る事が望ましいが、その手法については現在検討中である。

本論文に挙げた事例はあくまでも一例であり、その現れ方は多種多様である。調査したすべての事例を示すことは出来ないが、海技従事者のための技術習得資料については、最低限の準備は出来たと考えている。

船舶運航者や海事関係者に対しては、異常波や暴風・突風をもたらす様々な衛星画像等の特徴を機会ある毎に伝えていく事が重要であるが、今後は衛星画像だけでなく、アメダスや気象レーダーなどの有機的利用も踏まえた「海技従事者のための気象教育アプリケーション」を構築すべく、更なる事例研究と整理を進めていく予定である。船上でのインター

ネット接続環境については、決して十分ではないが、更に浸透していく方向性であると期待している。新しい情報化時代に対応した新しい船上気象技術を、我々、海技従事者が学び、研究することで、「昔ながら」の気象予報技術からのパラダイム転換を図ることが、更なる安全運航と経済的競争優位性の追求には不可欠である。そして、最先端の数値予報モデルでも予測できない擾乱が存在することを肝に銘じ、各種予報資料やウェザールーティングだけに頼ることなく、時には衛星画像からの情報を基に直観的に判断し、運航を見合わせるなどの対応が必要であろう。今回紹介したパターンが必ず危険に陥る気象現象を引き起こす訳ではない。しかし、仮に 1%でもこの様な突発的異常波等に遭遇する可能性があるならば航海すべきではないし、このために生じる収益減は決して損失ではない。これは長期にわたり安全運航を実現するための収益率の高い投資と考えるべきであろう。

参考文献

- (1) 気象庁予報部:平成 19 年度量的予報研修テキスト,気象業務支援センター,pp.28-38,pp.1-16,2007.11
- (2) 気象庁ホームページ,“<http://www.jma.go.jp/>”
- (3) 高知大学ホームページ
“<http://weather.is.kochi-u.ac.jp/>”
- (4) 和達清夫:最新気象の事典,東京堂出版,pp.324,pp.145-146,pp.245,pp.341,pp.21,pp.475,p.268,1993.2
- (5) 小倉義光:お天気の世界,森北出版株式会社,pp.89-91,pp.91-101,pp.145-155,pp.111,pp.96-97,1994.9
- (6) 富田宏:フリーク波研究の歴史と現状,応用力学研究所研究集会報告,pp.9,2006.5
- (7) 福地章:海洋気象講座,成山堂書店,pp.286,2005.4
- (8) 気象衛星センター:気象衛星画像の解析と利用,気象業務支援センター,pp.32,pp.36-37,2000.3
- (9) 能沢源右衛門:新訂天気図と気象,成山堂書店,pp.71-72,1988.2
- (10) 気象衛星センター:「ひまわり」でみる四季の気象,大蔵省印刷局,pp.214,1993.3
- (11) 気象庁編集:気象衛星資料の予報への利用,日本気象協会,pp.279,1994.4

質疑応答

林美鶴 (神戸大学):

今回、陸上や沿岸の気象海象データから、局地的な高波高・高風速状況を抽出して、衛星画像との対比を行われましたが、今後、これをより外洋での船舶運航にどの様に利用されるのでしょうか？何らかのパターン化を行って自動認識をするのか、または個別の事例を人の目で判断するのでしょうか？

濱地義法:

局地的擾乱をもたらす衛星画像の現れ方は多種多様であり、完全にいくつかのパターンに分けることは出来ません。従って、船舶運航者が様々な事例を学び、日々、衛星画像を観察していくことが重要です。船舶運航上、遭遇する突発的異常波や暴風、突風などを衛星画像情報から理解していく経験を積み重ねることで、視覚的・直観的に予測していく技術が身に付くと考えています。いわゆる、衛星画像を使った観天望気といったところです。

そして、外洋において局地的擾乱をもたらす可能性のある衛星画像を観測した際には、避航動作、GMの確保、当直員の強化、乗客への注意喚起などのあらゆる荒天対策を講じる事となります。

ただし、局地的擾乱はその寿命が数時間であるもの多く、各当直航海士が衛星画像をチェックし、必要に応じて船長に報告するという体制の構築が望ましいと思います。