

D-4 サンゴ礁生態系の維持機構の解明とその保全に関する研究

(3) サンゴ礁変質のモニタリング手法の開発に関する研究

② 衛星画像によるサンゴ礁変質のモニタリング手法の開発

研究代表者 中央水産研究所海洋生産部変動機構研究室 川崎 清

水産庁中央水産研究所

海洋生産部 変動機構研究室 広江 豊

平成6-8年度合計予算額 9,634千円

(平成8年度予算額 3,046千円)

[要旨] サンゴ礁の広域的なモニタリングを衛星画像を用いて行う手法について検討した。その結果、LANDSAT-TM画像が空間分解能の良さ、画像数の多さ、バンド数の多さに優れており、この目的に適していることが分かった。異なる時期の画像の比較からその間の変化を抽出するためには、太陽照度の差や地形と潮位による水深の差などの影響を消去する必要があるが、適当な2つのバンドの比を求めその比の差で画像を描けば、太陽照度の影響を消去し水深による光の消散の影響も低減することとなって、赤土流出を捉え得ることが明らかとなった。また、2つのバンドの比の差ではまだ地形や潮位による水深の差による影響を除くことができないが、バンドの比の比を採って画像を描けば地形による水深の差の影響が消去されて潮位の差の影響だけになり、潮位の差の影響は潮汐表などから推定が可能なのでさらに精度を上げ得ることも明らかとなった。水中の消散係数は透明度の季節変化、富栄養化の進行、時化による濁りなどによって変化する可能性があるので、現場観測などにより補正する必要がある。

[キーワード] サンゴ礁モニタリング、衛星画像解析、ランドサットデータ、琉球列島

1. 序

世界の造礁サンゴは、開発や地球温暖化の影響を受けて、その生育状況や分布に変化が現れてきているといわれる。我が国においても、港湾建設などに伴う人為的破壊、オニヒトデの異常繁殖による食害、赤土流出による被害、富栄養化による衰退や海藻との交替、盛夏の白化現象などが報告されている。こうした変化を速やかに把握し、適切な対策を講ずることが求められている。しかし、こうしたサンゴ礁の経時的変化を広域的に監視することは必ずしも容易ではない。サンゴ礁は船艇による接近が危険で難しいからである。従って、まず広域的監視のための手だてを検討することが重要である。

2. 研究目的

広域的監視の手だての一つとして、人工衛星の利用が考えられる。既に多くの人工衛

星が打ち上げられ、これからも打ち上げ続けられる。これらを適切に処理するならば、サンゴ礁に生じた変化を抽出することが可能と考えられる。そこで、本研究においては、第一にサンゴ礁の変化を抽出する画像処理の方法を考案し、幾つかの衛星データについて適性を検討し、適性なデータについて画像処理を行い、考案した方法の妥当性を検証することを目的とした。

3. 研究方法

人工衛星によって既に多くのデータが取られているので、これらの中から適当なものを購入し、それらについて画像解析を行った。

4. 結果と考察

4-1. 利用できる人工衛星データの検討

平成6年度には利用できる人工衛星データについて検討を行った。サンゴ礁域はサンゴ域と白砂域が入り乱れているので、なるべく空間分解能が高いことが望ましい。このため、入手可能なデータのうち空間分解能の高いLANDSAT-TM画像、SPOT-HRV画像を用い、1983~1994年の沖縄海域で得られるこれらの画像を入手し、予備的解析を行って、その利用可能性について検討した。その結果、SPOT-HRV画像は用いることの出来るバンド数が少ないことや、利用できる画像数が少ないことから、現状では利用は適当でないことが分かった。またLANDSAT-TM画像については、3つのバンドが使えること、古くからあるので画像数が多く長期モニタリングに利用できる可能性があることが分かった。同時に、水深の変化による影響について除去する必要があることも分かった。なお、LANDSAT-MSS画像は、古くから画像があり経時変化を見るのには良いものの、空間分解能が悪く、特にクロロフィルの吸収帯である青のバンドを有しないため、利用する衛星センサからは予め除外した。

(1) 画像処理-その1

空中から入った光は海水で消散され、海底で反射し、また海水により消散されてしまう。そのため可視域の画像は水深の変化による変化が大きく、サンゴ域かそうでないかの区別より水深の変化が大きな変化として現れる。特に波長の長いバンドではその傾向が大きい。そこで、平成7、8年度には海水中の消散による影響の軽減を試みた。すなわち長期モニタリングであることを考慮し、一度は現状把握がされているものとし、時期の異なる2枚の画像からその間の変化のみを取り出せばよいとした。しかし、時期の異なる画像間で同じバンドの差を取っても、変化がないと期待される道路や砂浜の間で大きな変化が現れてしまった(図1)。これは、太陽照度による正規化・大気補正などが正確に行われておらず、画像間にレベルの差が存在するためと思われた。これらの正規化や補正を行うためには適当な参照領域が必要だが、それがいないために正規化は不可能である。

(2) 画像処理-その2

太陽照度の変化がバンド間で同様と仮定し同じ画像のバンド間の比をとる。水中の消散係数 K を一定とし、水深を z 、太陽照度を L_s 、海底の反射率を R とすると、水中から射

出する輝度 L_u は、

$$L_u = a \cdot L_s \cdot R \cdot \exp(-2zK)$$

ただし、 a は定数である。バンド間の比 r は

$$r = L_{u1} / L_{u2} \\ = R_1 / R_2 \cdot \exp\{-2z(K_1 - K_2)\}$$

となり、太陽照度の影響も水深変化による消散の影響も小さくなる事が期待できる。すなわちバンド間の比の差 Δr は、

$$\Delta r = (R_1 / R_2 - R_1' / R_2') \cdot \exp\{-2z(K_1 - K_2)\}$$

となり、反射率の比の差が画像に現れる事になる。もし、消散係数の変化が小さい海或では Δr は反射率の比の差として現れる事が期待できる。

この方法で求められた瀬底島周辺と宜野座村海域の1992年11月4日と1989年6月5日の画像のバンド比の差を画像で示す(図2)。バンド比はバンド1(青)とバンド3(赤)、バンド2(緑)とバンド3のものである。宜野座村のバンド1とバンド3の比の例では、差が最も大きいのは雲域やサンゴ礁が干出している海域である。次いで差が大きい海域は赤土が流出しているとされている海域である。このことから、新たに赤土により覆われた海域はこの手法で検出できる事が明らかとなった。

(3) 画像処理-その3

異なる時期の間で差ではなく比を用いると、

$$\Delta r = \left\{ (R_1 / R_2) / (R_1' / R_2') \right\} \cdot \exp\{-2\Delta z(K_1 - K_2)\}$$

となり、潮位差の影響だけが残る。従って、画像の間でた潮位が同じか、消散係数がバンド間で差が無い場合には、 Δr は反射率比の変化率 $(R_1 / R_2) / (R_1' / R_2')$ を表すこととなる。このように、比の差を用いても赤土が流出したような海域を検出できるが、比の比を用いた方が礁内の水深による影響をより良く除くことができる(図3)。水深の浅い領域では潮位の差による影響を無視できないが、潮汐表などからその差を読みとり、補正することが可能である。ただし、透明度の季節変化、富栄養化の進行、時化による濁りなどで水中の消散係数そのものが変化し得るので、現場観測などにより補正する必要がある。

5. まとめ

衛星画像によるサンゴ礁モニタリング手法について検討を行い、LANDSAT-TM画像が空間分解能の良さ、画像数の多さ、バンド数の多さにより、本目的に適していることが分かった。ただし、異なる時期の画像の比較からその間の変化を抽出するためには、太陽照度の差や地形と潮位による水深の差などの影響を消去する必要がある。そこで、画像間で差や比を取ることでそれらの影響を取り除き、経時変化をモニタリングできる方法を検討した。その結果、適当な2つのバンドの比を求めその比の差で画像を描けば、太陽照度の影響を消去し水深による光の消散の影響も低減することとなって、赤土流出を捉え得ることが明らかとなった。また、この2つのバンドの比の差では地形や潮位による水深の差による影響を除くことができないが、バンドの比の比を採って画像を描けば地形による水深の差の影響が消去されて潮位の差の影響だけになり、潮位の差の影響

は潮汐表などから推定が可能なのでさらに精度を上げ得ることも明らかとなった。ただし、透明度の季節変化や富栄養化の進行や時化による濁りなどで水中の消散係数そのものが変化し得るので、現場観測などにより補正する必要がある。残された問題としては、画像だけでは抽出された変化を定量できないこと、またその変化が人為的变化か自然変動か区別できないことがあげられる。結局、現場の検証は不可欠である。

6. 本研究によって得られた成果

①サンゴ礁モニタリングのためにLANDSAT-TM画像が利用できることが分かった。

②適当な2つのバンドを定め、同一画像でそのバンドの比を採り、異なった画像の間でその比の差を採れば、太陽照度の差による影響を消去し、水中の光の消散の影響を低減でき、赤土流出を捉え得ることが明らかとなった。

③2つのバンドの比の差ではなく、比の比を採れば、地形による水深の差の影響を消去し、潮位差のみの影響とすることができる。潮位差は潮汐表などから読みとれるので補正が可能であり、さらに精度を上げ得ることも明らかとなった。

国際共同研究等の状況

特になし

研究発表の状況

川崎 清・広江 豊：衛星画像によるサンゴ礁域のモニタリング。海洋理工学会講演要旨集、1996.



異なる時期の同一バンドの差
(従来の手法)

図1. 異なる時期の画像の同一バンドの差の画像 (沖縄本島宜野座村付近).

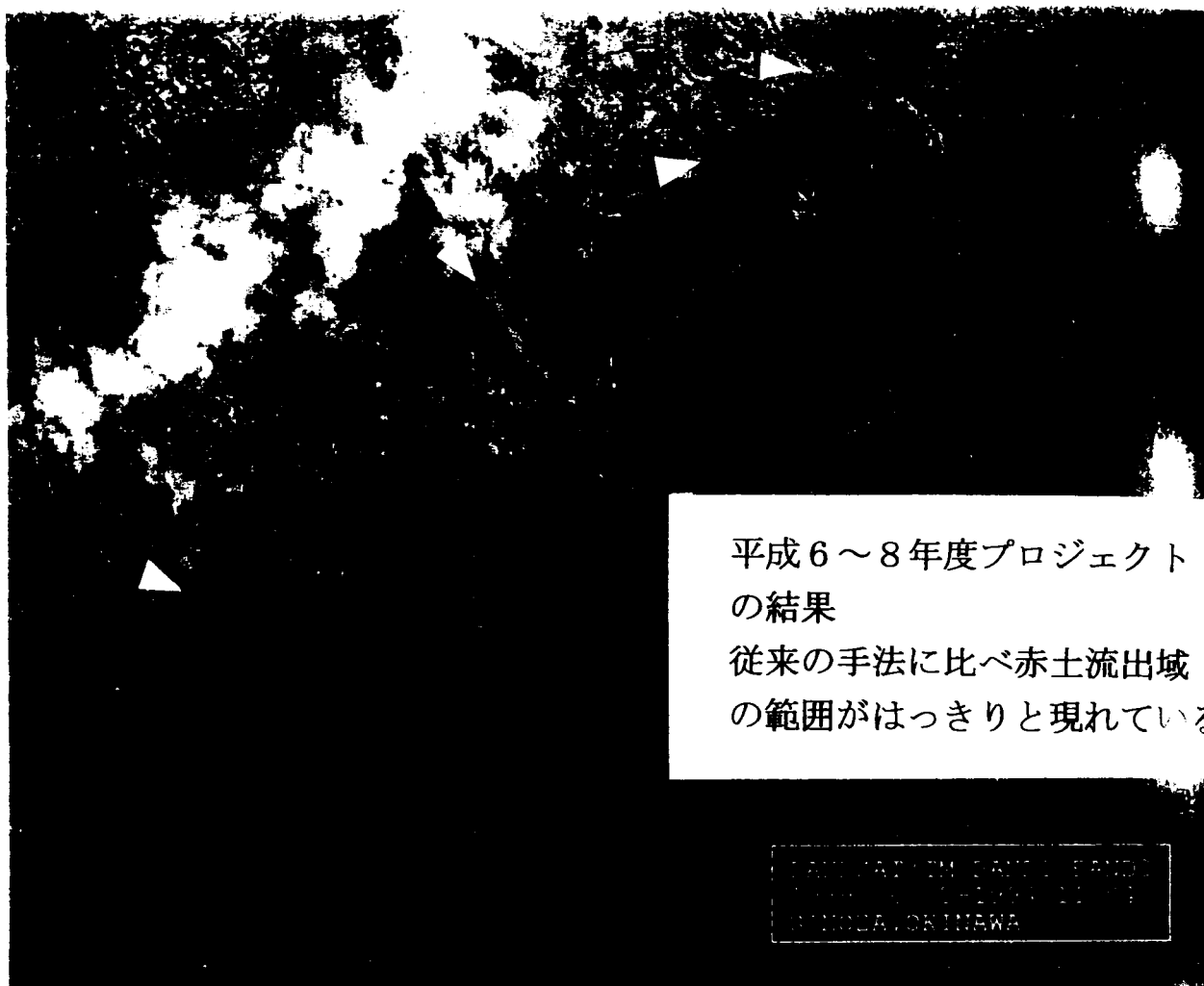


図2. 異なる時期の画像のバンド1とバンド2の比の差の画像.



図3. 異なる時期の画像のバンド1とバンド2の比の比の画像.