

鹿児島県与論島東部地域の陸水環境とサンゴ礁生態系環境の変遷に関する研究
**Study on Limnological Environment including Coastal Area and Change of Coral
 Ecosystem in Eastern Area of Yoron Island, Kagoshima Prefecture in Japan**

○ 中野拓治*, 山本一生**, 畑 恭子***, 池田香菜****, 鈴木倫太郎*****

NAKANO Takuji*, YAMAMOTO Kazuo**, HATA Kyoko***, IKEDA Kana****, SUZUKI Rintaro*****

1. はじめに

鹿児島県の与論島では、近年、地下水から周辺海域への栄養塩負荷供給の観点からの課題やサンゴ礁生態系への影響等が指摘されている。与論島の農林水産観光産業の振興と自然環境の保全・再生の両立を図るため、健全な水循環構築と管理に向けた取組の一環として、与論島東部地域の陸水環境とサンゴ礁生態系環境の変遷について検討したので、その概要を報告する。

2. 研究方法

本研究では、与論島沿岸域を含む陸域と礁池海域を対象にヒアリング等による関連情報を収集するとともに、地下水と表流水等について現地調査（栄養塩類（窒素・リン）、COD, SS, 主要陽イオン, 主要陰イオン等）を実施した。海域礁池内外の海水温, 海底底質等の海域環境や栄養塩類等の分布状況を把握するとともに、流動・物質拡散シミュレーションによる解析等を通じた与論島東部地域の陸水環境とサンゴ礁生態系環境の長期的な変動要因について検討した。

3. 結果と考察

3.1 陸水環境と海域への影響

与論島東部地域 24 調査地点での地下水の水質特性として、24 地点のうち海岸線近傍の 5 地点（塩化ナトリウム (Na - Cl) 型及び塩化ナトリウムと炭酸水素カルシウムの間中型) を除いて最も含有割合の大きな陽イオンが Ca^{2+} , 陰イオンは HCO_3^- であり、炭酸水素カルシウム (Ca - HCO_3) 型の特徴を有していた。与論島東部地域の地下水は、海塩と石灰岩溶解の自然現象や農地排水・畜産排水等の社会経済活動によって水質形成が図られていることが示唆された。また、与論島東部地域の全窒素 (T-N) は、地下水, 排水路水, 海岸湧水, それぞれ $5.7\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $3.6\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, $3.7\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ であり、排水路水と海岸湧水の T-N 濃度は地下水の 6 割強の濃度水準であることが確認された。全リン (T-P), COD, 及び SS に関しては、排水路水が地下水に比較して 10 倍以上の高い濃度水準を示しており、陸域から海域への負荷流入形態として地表流出が大きく関与していることが示唆された。

3.2 海域の栄養塩（窒素・リン）の分布状況

与論島東部海域の栄養塩類に関わる水質状況として、T-N 濃度は分析下限値 ($0.05\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) ~ $0.59\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (平均値: $0.11\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) の濃度水準であり、岸側から礁池内沖側の観測地点に向かって低い濃度値を示している。礁池外における観測地点の T-N 濃度は、礁池内の観測地点に比べて低い濃度水準での分布状況となっている。T-P 濃度については、分析下限値 ($0.005\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) ~ $0.023\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (平均値: $0.008\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) の濃度水準であり、T-N 濃度分布と同じように岸側から沖側の観測地点に向かって低い濃度を示す傾向が確認された。与論島東部海域における栄養塩類（窒素とリン）濃度とサンゴ被度の関係を見ると、全窒素濃度と全リン濃度がそれぞれ $0.1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 程度, $0.008\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 程度を超えるとサンゴ被度が 50% を大きく下回り 1% 以下に低下していることが示された。

*琉球大学 University of The Ryukyus, **沖縄環境調査(株) Okinawa Environmental Research Co., Ltd., ***いであ(株) IDEA Consultants, Inc. ****NPO 法人海の再生ネットワークよろん Yoron Sea Regeneration Network *****世界自然保護基金ジャパン World Wide Fund for Nature Japan
 キーワード: サンゴ, 栄養塩類, 土地利用, 与論島, 潮流場

3.3 サンゴ生息面積の推定

与論島東部地域の航空写真や衛星画像と与論島住民からの聞き取り調査によるサンゴ分布域の整理結果から、サンゴ生息面積は1945年に67.2haであったものが、30年後の1975年には51.2haとサンゴ生息域が76%にまで減少していた。1985年になるとサンゴ生息域は27.8haとサンゴ生息域が41%にまで減少したと推定され、サンゴ生息面積は1945年～1985年の40年間で半減していることが確認された。1990年の推定サンゴ生息面積は21.3haと1945年の32%を占めるとともに、2000年代には与論島周辺海域での海水温の上昇に伴うサンゴの大規模白化現象による影響もあり、2005年と2015年のサンゴ生息面積はそれぞれ8.8ha、2.1haとサンゴ生息域の減少は続き、2015年には1945年の3%程度にまで減少していたものと考えられる。2017年の調査では、塊状ハマサンゴ属の点在（被度1%以下）が確認されるのみで、面的広がりのあるサンゴ生息域は消失しており、サンゴ生息面積は0.5haと1945年当時の1%程度以下であるものと推定される。

3.4 陸水・海域環境とサンゴ礁生態系環境の変遷

与論島地下水のT-N濃度は1945年に $0.1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 程度であったものが、第2次世界大戦後の戦後復興と高度成長期を経て、水稻栽培からサトウキビ単一栽培に伴う水田から畑地への土地利用（1945年の水田面積と畑面積それぞれ248ha、683ha）の変化や農地での化学肥料の使用量の増加を含めた生活形態や社会経済活動の変化に伴い、T-N濃度は1969年には $4.1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、1978年に $5.1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ と急増した後、1990年に $9.8\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ に達していたものと考えられる。1990年以降のT-N濃度は、化学肥料施用量の減少と家畜排泄物の堆肥施用を通じて、2005年に $7.8\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、2018年には $5.7\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ と1970年代後半の濃度水準まで低下しているものと推察される。1945年から1990年までは窒素負荷量の増加に伴ってサンゴ生息面積は減少しており、両者の間には負の相関（相関係数： -0.966 ）が存在するものの、1990年以降もサンゴ生息面積は減少し続けている。窒素負荷流出量は2018年には43.9t/年と1978年当時の窒素負荷量（47.2t/年）と同水準を示すなど、陸域からの栄養塩類負荷による影響要因のみではサンゴ生息環境の悪化を説明できない。

与論島東部地域の皆田海岸と皆田離の開削によって、皆田海岸から船倉海岸の50m程度沖にソフトコーラルの自生域が確認されるなど、潮流場の変化がサンゴ生息環境の改善につながる可能性が示されている。また、1950年代～1960年代の寺崎海岸から皆田海岸では多量の海底湧水が存在していたが、1980年代以降は土地利用の変化や海底の岩礁に堆積した砂・礫によって、海底湧水量が激減したとする証言も得られ、堆積砂・礫による海底湧水への影響も考えられる。このように、陸域からの栄養塩類の負荷流入に加えて、与論島東北部礁池内では礁池外の海域からの海水交換が少ないことに起因して、陸域からの窒素とリンの栄養塩が礁池内への滞留影響とともに、礁池内の海底地形条件に応じて水深が浅い場所においては潮流場が弱く水温上昇や渦を生じて、寺崎海岸から皆田海岸における海底への砂・礫の堆積が影響している可能性が示唆された。

4. まとめ

与論島におけるサンゴ礁生態系の保全・再生を図るためには、地域の暮らしとサンゴ礁生態系のつながりを意識した取組が必要である。本研究成果が、今後、農業・観光産業の振興を図りながら、陸水を含めた海域環境の保全・創造に向けた取組に活用されることが期待される。

謝辞：本研究は、与論島町の協力を得て環境省の「サンゴ礁生態系保全行動計画2016-2020」モデル事業によって実施したものであり、ここに記して、深甚の感謝を表す。

引用文献：中野拓治，畑 恭子，金城健正，渡辺暢雄（2017）亜熱帯沿岸域を含む健全な水環境の構築と管理に向けた取組（地域の暮らしとサンゴ礁生態系つながり構築に向けて），日本サンゴ礁学会誌，第19巻，95-108.