

(中野拓治氏)

ご紹介がございました、琉球大学の農学部中野でございます。今日は二つのお話を短い時間ですので、パワーポイントで掻い摘んでお話しします。科研費研究によって鹿児島県与論島における陸域の負荷源とそれがどういうふうに沿岸域に影響するかについて3年間研究致しましたので、その紹介と沖縄県の糸満市で金城事務局長さんらと農地多面的機能支払制度を活用して農地・水・環境保全活動を行っておりますので、地域の暮らしとサンゴ礁のつながりをどうやって考えていったらいいかということをお話させていただきます。よろしくをお願いします。

与論島は面積21km<sup>2</sup>の小さな島で島の大部分が隆起した琉球石灰岩から形成されており、東側にサンゴの礁地が広がっています。地形はおおむね平坦で陸域の6割が農地・森林で占められ、沖縄島と同じように亜熱帯でかなりの年降水量(1,929mm)があり、水理地質構造から地下水が最大の水源となっています。与論島の主産業はサトウキビ栽培と畜産を中心とした農業と観光であり、最近では畜産が元気なものですから、陸域の生活排水もあるのですが、どうしても畜産による産業活動を含めた農業生産活動に伴う栄養塩負荷による海域環境への関わりを考えざるをえない。

まず、与論島は沖縄島と同じように大きな河川がありませんので、陸域の水環境は地下水の状況を見る必要があり、地下水の水質について地域の御協力をいただき観測しました。ヘキサダイアグラムですが、海岸線近傍に位置する地点を除いて石灰岩地域の特徴的なもので、炭酸水素カルシウム型の特徴を有しています。与論島再生ネットワークの方々に御協力いただいて、どの地点の水質が近いかを定点観測結果からクラスター分析による類型化を試みたところ、クラスター1は内陸部に分布するとともに、海岸に近い調査地点はクラスター3と4に分類されており、クラスター2に分類される調査地点は海岸部と内陸部の中間的エリアに分布しています。一方で、硝酸性窒素やリン酸塩に関しては、近い場所でも濃度水準が不連続に変化しており、かなり特異的な挙動を示しておりますので、各調査地点の水質濃度をそのまま数値モデルの境界条件として組み込むには難しいため、陸域の栄養塩負荷の算定には原単位法を用いました。それは後程御説明します。世論島の地下水は、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ものと考えられます。

与論島地下水の栄養塩(窒素・リン)環境の現状を踏まえ、地下水によって輸送される栄養塩の与論島礁池内を含む周辺海域における拡散状況の把握を目的とするシミュレーションモデルの構築を図るとともに試算を行いました。3次元流動モデルは、与論島の周囲の海域における潮位変化を駆動力とする二次元多層モデルであり、外海潮汐などを外力条件として考慮することが可能で、沿岸域で通常みられる潮汐流や密度流などの各流れ成分を表現できるものです。与論島全域と地下水・表流水によって輸送される物質の影響が想定される範囲を計算対象海域として流動シミュレーションを構築するとともに、流動シミュレーションによる解析結果を用いて地下水によって輸送されると仮定した栄養塩(窒素・リン)

の保存系拡散計算を行いました。流動モデルの海域の地形情報は海上保安庁の海図から与えることで与論島の礁池を含めた周辺海域の潮汐による流動場を再現させることができました。例えば、与論島東部の礁池において下げ潮時には北へ 上げ潮時には南に流れる様子や干潮時には環礁の切れ目から流出する様子など流動状況を把握することができました。周辺海域の水温についても、水温・塩分の拡散方程式によるシミュレーションから再現できるようになりました。

地下水位データと水理基盤標高から推定された地下水流動場に基づき、与論島全域を 12 ブロックに区分するとともに、発生負荷量はこの 12 ブロックに分けて整理しました。与論島の皆さんに御協力いただいて、農地系、畜産系、生活系それぞれの発生負荷量を算定しました。農地系は与論島の年間の肥料購買実績と含有する窒素(N)とリン(P)から発生負荷量を算定するとともに、畜産系は牛の飼育頭数から発生負荷量を推定しました。生活系については、農業集落排水施設の供用人口と浄化槽設置情報をフレームに入れて発生負荷量を算定しました。与論島全域で窒素、リン負荷としてそれぞれ年間 150 トン、30 トンの栄養塩負荷を生じており、硝酸性窒素の環境基準値(10 mg/L)を超過する観測地点は存在しないものの、地下水中の硝酸性窒素、リン酸態リンは平均値でそれぞれ 7.8mg/L(2.7~9.7 mg/L)、9.2 µg/L(1.5~19.1 µg/L)と比較的高い水準となっています。この陸域負荷について、対策を講じることを視野に入れて、茶花地区を含めた北西岸、南海岸、サンゴ礁の礁池がある東側の北岸と南岸の 4 エリアに与論島を区分して議論しております。このスライドは 4 エリアに分けた整理した窒素とリン負荷の結果を示したものであり、青色は農地由来による負荷量で、緑色が畜産系で、赤色が生活系によるものです。同じ与論島の中でも、この 4 エリアの栄養塩負荷量には人々の暮らしによって差異があると同時に、農地系、畜産系、生活系の比率も違いがあることが分かりました。

このスライドは与論の再生ネットワークの皆さんに、定点観測と採水を頂いている周辺海域個所の全窒素濃度の観測値と数値解析から得られた計算値を示したものです。観測値と計算値が大体合いましたので、この解析結果とサンゴ被度がどのような状況になっているのかを比べてみました。このスライドは、計算水温値とサンゴ被度の関係を示したものです。水温が 28 を超えると東海岸南の赤碕地先以外ではサンゴ被度が低下していることが確認されました。この赤崎には藻場が存在しているとの指摘がなされており、サンゴの被度だけではなく、そのエリアのサンゴを含めた多様な生物の生息環境の把握と検証が必要であると考えられますが、与論島周辺海域の水温条件はサンゴ被度に関与していることが示唆されました。

海域における窒素とリン濃度水準ですが、例えば、窒素濃度とサンゴ被度の関係をみますと、水温との関係があるので丁寧に検討しなければならないのですが、スライドにあるように全窒素濃度が 0.05mg/L を超えるとサンゴ被度が 50%以下に低下していることが示されました。現地観測と数値解析結果から判断すると、与論島東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、陸域からの窒素等の栄養塩が礁池内に滞留する傾向

があるとともに、礁池内水深が浅い場所においては潮流が弱く、水温上昇や渦を生じて砂が堆積しやすい状況であることなど、与論島西部海域とは異なった潮流場になっていることが示唆されました。現地観測と数値解析結果から、与論島周辺海域のサンゴ被度と数値解析から得られた水温と硝酸性窒素の値には明らかな相関関係が示されるなどサンゴ生態系への影響要因として、与論島周辺海域の潮流条件や窒素等の陸域由来の栄養塩が関与しているものと考えられます。水温上昇による地球的な環境変化でサンゴの復元力の低下は一義的な外的要因ですけれども、与論島においては、二次的な努力として、陸域の栄養塩管理を含め、農業等の人為的活動による地下水への影響と地下水が流出する沿岸海域生態系への影響を包括的に考慮する視点が必要になってくるものと考えられます。

先ほど山崎さんからご紹介がありました環境省主催の「与論島の水環境・サンゴ礁・未来を考えるシンポジウム」(2017年3月9日)で環境保全型営農手法の導入による与論島沿岸海域を含む陸域の栄養塩管理と海域潮流場・物質輸送モデルの構築・モニタリングの必要性とともに、農林水産観光産業の振興と自然環境の保全・再生の両立を目指すことの重要性として、農業・観光産業の振興を図りながら環境の創造・保全にどうやって地域自ら取り組んでいくかを考えていくことの重要性を提案しました。具体的には、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、このスライドにあるようにサンゴ礁創生推進エリアを設定して、地域の暮らしとサンゴ礁生態系のつながりを意識しつつ、陸域に由来する栄養塩等の負荷低減対策の重要性の認識と啓発、ならびに効果的な対応策を講じる観点からの取組みが必要であると考えております。

沖縄県糸満市は、那覇市に近接する畑地農業地域であり、沖縄本島南部水利事業(1992～2005年)で築造された地下ダムによって水資源開発が図られ、農業用水に地下水が利用されており、サトウキビから市場価値の高い農作物への転換に伴う土地利用形態の変化が進んでいます。地下ダム流域地下水の硝酸性窒素濃度は、1993年から2001年まではほぼ一定で推移・低下した後、2000年代に入ると横ばい又は上昇傾向を示すとともに環境基準値(10mgL<sup>-1</sup>)を超過する地下水観測地点も存在するようになりました。このため、先ほど農水省の担当官の方から御説明あったかと思いますが農地多面的機能支払制度による農地・水・環境保全活動を通じて、地域住民も巻き込んだ情報の共有と課題解決に向けた信頼関係の醸成等を図りつつ、陸域の栄養塩管理と農業生産活動の実践に向けた取組を行っています。水路・農地・ため池などの自然浄化能力を発揮させつつ、貴重な地域資源の一つである農業集落排水施設処理水の農地での反復利用や環境保全型農業活動を通じて、農村空間に広がる豊かな緑・美しい水を保全し、農村に生活する人々のみでなく都市に生活する人々にとっても憩いの場・潤いの場となるような豊かで美しい農村の維持・保全することを目指して、琉球大学農学部と糸満市土地改良合同事務所で取り組んでおります。具体的な活動は金城事務局長さんから紹介いただきますので、よろしく申し上げます。

(金城健正氏)

こんにちは。土地改良区合同事務所の金城と申します。よろしくお願ひします。私の方からは先ほど農林省の職員の方からお話がありました、多面的機能支払事業について、平成 28 年度に糸満で実際に実施してきた活動状況を報告していきたいと思ひます。よろしくお願ひします。私たち糸満市でも農業者の高齡化と後継者不足で、農業者のみでの維持管理活動が難しくなっています。そこで、農業者のみではなくて非農業者の方々も一緒に農地や農業用施設の維持管理をしていくためにこの事業を活用させていただいています。

私たちは農地維持活動で、琉球大学や沖縄農業土木事業協会も一緒に、活動させていただいております。まずは非農業者の方々をこの事業に、参加させるために色々地域の方々とイベントをやらないといけないのではということで、中野先生と相談した上で、人材育成を基本に考えて活動をしています。

まずこの写真は、地域との交流を図る目的で、ハーリー行事へ参加させていただいています。農業が盛んな名城地域ですが北名城ビーチというところで、1年間の豊作を願ひ、ハーリー船三艘で競い合います。平成 28 年度で3回目の参加となっていますが、最初は、地元からの依頼があったので、琉球大学、放送大学と一緒にハーリーに参加することにしました。三艘とも私たちの方で出して、琉球大学2年生・3年生と合同事務所チームというかたちで参加しております。

それから、次の写真は、大学生 22 名と一緒に糸満市における水質調査や農作物の調査等を行っています。糸満市の農業のあり方などを学び、農業に必要な水の確保や圃場勾配等のあり方を知ってもらい、将来仕事に就いた際の参考にしてもらいたいと考えています。次の写真は、現地測量実習を、糸満の真栄平地区をフィールドで実施しているところです。沖縄土木事業協会から測量士のボランティアを募り、学生への測量実習を実施しています。平成 28 年度は、県営の水質保全事業を実施しているエリアで農道の縦横断の測量実習をさせていただきました。

この写真は琉球大学と南部農林高校生が一緒になり、糸満の農業を考えていこうと数か所の栽培農家へお願ひをして、栽培方法等を農家から聴き取り実習しているところです。まずは地域のことが分からないといけないということで、現場に出て色々調査を行いました。

この写真は、三重県から、岸川先生をお招きして、糸満市の農作物を使用し、六次産業化が出来ないかどうかと考えて実業高校である南部農林高校に S B P を立ち上げ、今後の活動に向けて進めているところであります。次の写真は、J A の婦人部の皆さんと話し合いをして、岸川先生の方から、今、活動している、味噌づくり等を活用した六次産業化の方を、提案させていただいて、今後の活動にどうつなげていくかをやらせていただきました。このときは J A 婦人部に大好評でありました。今後とも岸川先生の講演会をやってほしいという要望がありますので、継続していこうかと思っております。この写真は、人材育成の目的で、米須小学校の4年生を対象に地下ダム地域の農業と地下水を知ることの大切さを学んでいただくこと、上流側からの地下水の調査をさせていただいております。市内の真栄平地域に

ある、一番高いところから、どういったかたちで雨が降り、浸透していき地下水となって海の方まで流れるかということをお教えしています。午前中は現場で水生生物の調査をして、午後学校に戻ってきて、現地で採水した水を、パックテストを使って水質等を測定し、新聞形式にまとめてもらい、発表をするというかたちをとっております。このようなかたちで一日使って出前講座をさせていただいております。

それから真壁小学校も4年生を対象に自分たちが住む地域の農作物調査ということで、地域の農家から栽培について教えてもらっています。まず、収穫してきたサトウキビをしばって、黒糖作りから始まって、現地へ赴き、自分たちの地域でどういった作物が栽培されているかということをお勉強していきます。この子たちもいろんな農家さんをお願いしてどういった方法で作物ができるのかというものを教えてもらいながら、最終的にはうまんちゅ市場という糸満市にある、農産物直売所に行ってどのような方法で農産物が売られているのだろうということをお学びます。それから午後学校に戻って、新聞形式にまとめをして発表してもらっています。真壁小学校からは平成二九年度から五年生も実施してほしい旨の依頼が来ていますのでご希望に添えるようにしていきたいと考えています。次の写真は、ハウス農家から、作物の生育状況が悪いので調査してほしいとの依頼があり、地下水が、富栄養じゃないかということになり、中野教授を通して、ポットで小松菜の栽培試験をすることにしました。試験は、いろんな水を使って、無施肥で栽培試験をすることにしました。この写真は、地域の人たちと一緒に農道や水路法面の草刈り作業を実施している状況です。平成28年度は、真栄平地域と阿波根地域で実施しました。真栄平地域では130名を超える方の活動への参加を頂きました。また、阿波根地域では148名の方が参加していただきました。

各地域とも子ども会にも参加してもらい、ゴミ拾い等をおやって頂きました。阿波根地域は、施設に隣接する潮平中学校からの参加協力もありました。子どもの視点から施設を守っていいこうという意識を高くしていきたいと考えています。草刈り作業をおえて、解散ではなく、一緒に昼食をとりながら会話をしておして地域住民とのつながりをお作っていくということもやっております。これはその作業状況です。草刈りをみんなでやっている状況です。施設を適正に管理していくことで、地域環境がよくなり、排水路・沈砂池や浸透池が機能を果たすことで大雨などが発生しても直接濁水が海へ流れ出ることなく、粒子の荒い濁り物質を落とし、できる限りきれいな水を海に流すよう配慮しています。私の方からは以上です。

(中野拓治氏)

講演時間が参りましたので、資料をお後ほどお読みください。沖縄県西原町と琉球大学農学部では琉球大学農学部在籍学生と西原町在住高校生による地域づくり学生ソーシャル・ビジネス・プロジェクト活動組織(NS<sup>2</sup>BP)を2014年11月に立ち上げ、西原町の活力ある農業と地域づくりを通じて、郷土愛を育みながら参加高校生・大学生の社会性、コミュニケーション・スキル、問題解決力の習得を図り、未来対応型リーダー人材育成活動をお実施してお

ります。この西原町は沖縄東海岸に位置しておりますが、地元の皆さんが地域の水環境の現状を認識せずに生活しているのが実態です。このため、学生ソーシャル・ビジネス・プロジェクト活動による実践を通じて、地元関係者が海域環境を含めた郷土の流域状況と課題をしっかりと認識・理解しつつ、主体的に対応することができるように取り組んでおります。主役は地域の方々です。その方々が郷土を愛し、地域の暮らしとサンゴ礁生態系のつながりを意識しつつ、水環境・海域環境を考える中で、結果としてサンゴ礁の保全につながる事になると思います。地域の担い手の育成を進める中で、地域の暮らしとサンゴ礁生態系のつながりを意識した行動の結果として、サンゴの白化対策につながるのではないかと考えていることを述べて、報告を終えます。ご清聴ありがとうございました。