

(司会 岡野隆宏調整官)

それでは、時間となりましたので、これより、サンゴ大規模白化緊急対策会議を開催させていただきます。私は本日の司会を務めさせていただきます、環境省の岡野です。本日は長丁場ですが、どうぞよろしくお願いいいたします。本会議は、環境省主催、沖縄県・沖縄科学技術大学院大学、日本サンゴ礁学会サンゴ礁保全委員会の共催で開催をさせていただきます。本日は31名の有識者の皆様、それから行動計画推進主体の関係省庁・自治体から23名、計54名の御参加をいただいております。参加者につきましては、名簿をお配りしておりますのでご覧ください。本会議は一般傍聴者の方にも御出席いただいております。会議中の発言については、時間の関係でしていただくことはできませんが、お手元の方にアンケート用紙をお配りいたしております。こちらのアンケート用紙を、午後の報告の途中で集めさせていただき、意見交換に反映をさせていただきましたらと思いますので、アンケートの御協力もよろしくお願いいいたします。それではまず、主催者の環境省より、比嘉奈津美環境大臣政務官より御挨拶を申し上げます。比嘉政務官、どうぞよろしくお願いいいたします。

(比嘉奈津美政務官)

皆様、おはようございます。開会につきまして、一言御挨拶させていただきます。本日はお忙しい中、また、急なお呼び立てにも関わらず、このように多くの皆様にお集まりいただきましたこと、心より感謝申し上げます。また、開催に多大な御協力をいただきました、沖縄県、沖縄県科学技術大学院大学、日本サンゴ礁学会サンゴ礁保全委員会の皆様にも、この場を借りて御礼申し上げます。さて、皆様、御存知の通り、昨年沖縄を中心にサンゴ礁の大規模な白化が発生いたしました。日本最大のサンゴ礁、石西礁湖では、調査地の9割が白化、7割が死滅したことが環境省のモニタリング調査で確認されております。海外を見ても、世界最大のサンゴ礁、グレートバリアリーフにおいても、2年連続で大規模な白化が発生し、回復も困難との報道があったところでございます。このような状況を踏まえ、山本環境大臣から緊急対策を検討するように私に指示がございました。環境省では、昨年3月にサンゴ礁生態保全行動計画2016-2020を作成し、様々な関係者による総合的な取組を推進するとともに、モニタリング調査やモデル事業、国立公園の管理、気候変動対策など、これまでも様々な取り組みを行ってきたところでございます。しかしながら昨年のような、大規模な白化への対応は、環境省だけではなく、様々な関係者と一丸となって進めていくことが不可欠だと考えております。そこで本日はサンゴ礁の白化対策に詳しい有識者の皆様や、サンゴ礁保全に取り組んでいる関係省庁及び自治体の皆様にお集まりいただき、緊急対策会議を開催する運びとなりました。私も、沖縄県の出身の一人として、サンゴ礁は非常に身近なものでございました。私、実は、歯科医師で、久米島に2

年ほど勤務したこともございまして、本当に海との生活というものを、実感したところ
でございます。天然のこの、防波堤。波を遮り、海岸の浸食を守る、大切な役割もサンゴ礁
にはあります。そして、また、人々が漁場として、そして沖縄におきましては、観光地と
しても非常に大切な、人類にとっても非常に大切な資源であり、今回の大規模な白化には
とても心が痛んでいるところでございます。このサンゴ礁保全については、多様な取組や
意見がございまして、本日はぜひ、皆様の持つ最新の知見を共有し、活発なご意見をい
ただきたいと思っております。そしてこれから皆様と一緒に強化、または追加していくべ
き取組などを緊急宣言として取りまとめたいと考えております。限られた時間ではござい
ますが、本日の会議が関係者一丸となった白化対策への第一歩となることを期待して私の
挨拶とさせていただきます。今日は一日よろしくお願い申し上げます。

(司会 岡野隆宏調整官)

比嘉政務官ありがとうございました。それでは次に、本会議の座長をお願いしている、
琉球大学名誉教授の土屋誠先生から御挨拶をいただきます。土屋先生は、先ほど政務官か
らもご紹介させていただきましたとおり、サンゴ礁生態系保全行動計画 2016-2020 の策定
の委員長を務めていただいております。それでは、土屋先生、よろしくお願いいたしま
す。

(土屋誠氏)

おはようございます。ご紹介いただきました、土屋でございます。ここにお集まりの皆
さんの顔を拝見しますと、私よりは若めに感じておりますので、少し昔のことを振り返る
のもいいかと思ひまして、予備的な情報として、今までのまとめをしてみました。サンゴ
が白くなる一番有名な現象は 1998 年に起こったわけですが、その周辺にどんなこと
が起こったのか、そして私たちが何をしてきたのか、さらに私たちが何をしなければい
けないかについて、今日改めて議論ができるということで、とても素晴らしい機会だと思
っております。

1993 年にマイアミ大学のグリーンさんがこんなレポートを出しております。1870 年か
ら、1990 年まで、かなり過去の事柄ですけれども、どんなことがサンゴ礁で起こってい
たかをグラフにまとめております。それによりますと、白化現象は 1980 年前後から頻繁に
観測されるようになって、それ以前には全く見られないというレポートになっておりまし
た。オニヒトデは色々なところで発生しておりますし、それ以外に、サンゴが大量に変死
したという記録も過去にはあったようですが、白化についてはごく近年、よく見られるよ
うになったということは、このような情報からも明らかです。

沖縄のサンゴ礁ではオニヒトデは 1970 年代から大発生が始まりまして、色々なことが
起こってきたことは皆様、御承知の通りです。赤土が流れ込んできてサンゴ礁を攪乱して
しまうということも頻繁に起こりました。サンゴに赤土が堆積して、死亡してしまう、と

いうレポートも様々ございます。1998年の白化の直前に ICRI（国際サンゴ礁イニシアチブ）東アジア海地域会合がコンベンションセンターで開催されました。そこで、沖縄宣言が提言されて、サンゴ礁における統合的沿岸域管理を推進するための行動をしなければならない、と宣言しました。私たちはそれを進めてきたでしょうか、と今反省しております。そして98年にサンゴ礁の大規模な白化が起こり、皆様が御存知のような写真が至るところで見られるようになりました。その時、95%以上のサンゴが死滅した。そして色々な報告会で、議論が行われました。日本サンゴ礁学会はこの時第1回だったんですが（第1回といっても最初の集まりではなくて、その前の年に創設のために記念大会がありますので、実質上の第2回大会です）そこで緊急討論をいたしまして、既にプログラムができ上がっていたにも関わらず、11件の報告をそのプログラムに緊急に追加して、白化問題について討議をしました。そして、白化問題の特別委員会を立てて、そのあとの対策に関し色々な意見交換を続けており、現在では、この委員会が「サンゴ礁保全委員会」と名前を変えまして、様々な活動をしております。新聞等では、このように色々言われていました。対策が急務である、急務である、と言われつつ、何をしてきたかは、私自身も大いに反省をしなければいけないと思っていますところです。2004年に、国際サンゴ礁シンポジウムを沖縄で開催した折、コンベンションセンターを満員にして開催いたしましたけれども、その時にも沖縄宣言を打ち出しまして、ここにありますような、持続的な事業ができるようにしよう、海洋保護区を増設しよう、土地利用をうまくしよう、あるいはサンゴ礁再生のための技術を開発しよう、という宣言をしましたけれども、どれだけ実現しているか、私自身反省してみて、ちょっとおぼつかないところでもあります。そして2007年の11月には石西礁湖の全体構想が策定されました。あるいは、西表国立公園に石垣島が、新たに西表石垣国立公園ができ上がりました。その時、白化現象などの問題が多いので、二酸化炭素の抑制をしなければいけない、あるいは、サンゴ礁の管理をしっかりしようよ、という話を折あるごとにしてまいりました。ただ、どうも私たちは、反省をうまくしていない。いっぱい活動をしていたのであれば、その成果が表れて然るべきです。でも、こう繰り返して白化が起こる、あるいはサンゴ礁が攪乱される、ということは、私たちの活動が、何か足りないのではないかと、思いまして、こんなスライドを用意いたしました。今日の御発表は、ごく最近の様々なことに関しまして、皆様から色々お教えいただくことができるわけですが、過去のことも踏まえて、今何が起きているのかを確認し、今後何をすべきかということをご一緒に議論できれば、いい形の結論になるのではないかと思います。特に、この今後のアクションについて、早急にしなければいけないこと、あるいは長期的にサンゴ礁を眺めながら、あるいは地球を眺めながらしなければいけないことが議論できれば、いい集まりになるのではないかと考えております。皆様方の御協力をお願いいたしまして、最初の挨拶にいたします。どうぞよろしく申し上げます。

（司会 岡野隆宏調整官）

土屋先生、どうもありがとうございました。

それでは早速、議事に入らせていただきたいと思います。まずは、白化の現状に関する報告ということで、昨年発生した大規模な白化について、現状の共有をさせていただきたいと思います。まずは、環境省生物多様性センター、センター長の川越より、モニタリングサイト 1000 の結果について御報告をいたします。どうぞよろしくお願いいたします。

(川越久史氏)

皆さん、おはようございます。環境省生物多様性センターの川越でございます。モニタリングサイト 1000 という、多くの研究者の方々や、コンサルタント、NGO、NPO の方々に御協力をいただいて実施している調査がありますが、今日はその調査結果を元に、昨年のサンゴの状況について、概況を御報告させていただければと思います。まず、モニタリングサイト 1000 というものを簡単に触れておきたいと思いますが、生態系の基礎的な情報を長期間、環境省では 100 年に渡ってと言っておりますが、継続的に収集して、活用していくことを目的として、2003 年度から開始しております。サンゴにつきましては、2003 年度の試行調査を経て、2004 年度より本格的に開始しております。主に、高緯度サンゴ群集域、主なサンゴ礁域と 2 つの海域に分けておりますが、全部で 24 のサイトを設置して調査を実施しております。先ほども申し上げましたが、調査の主体というのは、各地のサンゴ礁の研究者を中心に、研究機関、コンサルタント、ダイビング事業者、専門家の方々、NPO、NGO のボランティアの方々に調査を実施していただいて、それを環境省の方で全体をとりまとめさせていただく、というような形になっております。調査手法については、スポットチェック法という、海況を概括するような方法でやっておりまして、サンゴの被度、オニヒトデ等々の状況についてとらえていくということで、実施しております。では早速、昨年の結果について御報告します。まず、屋久島、種子島北、房総半島までの辺りです。海域全体としては、サンゴの被度については例年並みでした。特に、壱岐なんかは少し減っておりますが、これは白化というより、後でお話ができるかもしれませんが、ガンガゼによる影響で少し減っているのではないかと、といった話を聞いております。次に、トカラ列島以南ですけれども、まず、奄美大島、沖縄本島とその周辺離島、慶良間を見ていただくと、2015 年と 2016 年を見ていただくと、概ね例年並みということで、比較的、サンゴの被度としては変化がない、という風に言えるかと思います。沖縄島周辺離島の伊是名、水納、伊平屋については、むしろ被度が増加していることが分かってきています。一方で、宮古から西表の崎山湾に至る、いわゆる先島諸島のところにつきましては、宮古、八重干瀬などはかなりの被度が低下している、2015 年と 2016 年を比べていただくと、例えば、八重干瀬などは 30 ポイントくらい低下している、そういったことが見えてきます。そういった被度というものを、房総から、西表まで、小笠原諸島も入っていますが、並べて見ていただくと、やはり、全体として例年並みの海域が多いとは言いつつ、宮古から西表にける先島諸島でかなりサンゴの被度が低下しているということが分かってくるかと思います。今回のテーマでありますサンゴの白化率というものにつ

いても、2015年と2016年でグラフにしたものになります。濃い方が2015年、ちょっと薄い方が2016年となっておりますが、これを見ていただくと、やはり鹿児島県の南部沿岸、それから奄美、沖縄県内というところはかなり白化というものが見られ、20%以上発生しているということが見て取れると思います。一方でサンゴ死亡率を見ていただきますと、宮古から西表にかけての一带では、サンゴの白化によって死亡したサンゴというのが多い。それを沖縄県内だけで並べてみますと、白化自体は沖縄県内で比較的起きている部分があるのですが、例えば、水納などは白化率はやや高いのですが、死亡率が低い、慶良間などは20%までいっていない白化率で死亡率も低いので、比較的昨年の影響っていうのは少なかったんじゃないか、一方で、宮古島以南になりますと、白化率が高く、加えて死亡率も高いということで、白化による死亡というものはかなり影響が出ているのではないかと、ということが言えるのではないかと思います。ただし、石垣島については、死亡率が低くなっていますが、これは調査時期が少し早かったので、死亡率のデータとしてうまくとらえられていないことによるのではないかとこの話も伺っておりますので、そういった点では今年水温が上がったり、各種のイベントが起きる前に、もう一度正しいデータというものを取っておくことが大事かなと考えております。これは今日お越しいただいている方々もおりますが、主だった海域の写真です。左側が宮古島の来間の調査地点、こちらは八重干瀬の調査地点。石垣島は今日お出でいただいておりますが、吉田さんが撮影して下さったミドリイシの白化した状態、こちらは石西礁湖では木村さんが撮影して下さったミドリイシの白化状況ということで、こういった写真を見ても、かなり大規模な白化が起きた、ということがお分かりいただけるのではないかなという風に思います。今まで少しお話ししたものを、円グラフで全体として表示したものがこちらの図になります。緑色の部分が健全なサンゴということで、褐虫藻もちゃんと付いていて普通に生きているサンゴ、ピンク色の部分が白化した部分、黒い部分が死亡したサンゴということになります。これを見ていただくと、先ほどの繰り返しになりますが、やはり大隅諸島から南側のエリアで主に白化というものが起きている、そのうち死亡というところを見ていくと、沖縄島周辺離島なんかでも死亡していますが、やはり宮古から西表一带というところでかなり黒い部分が増えてくるということが分かってくると思います。一方で健全なサンゴの割合なども見ていきますと、やはり沖縄島周辺離島なんかだと、半分くらい、まだサンゴが健全な状態で残っているという点では、概括的な話にはなりますが、母集団としてのサンゴは残っているという風に言えると思いますし、宮古などもあれだけ死亡したとはいえ、昨年の調査結果のみから概括していつているので細かく見ていく必要がありますが、まだ、3分の1程度、健全なサンゴが残っているという点では少し期待が持てるのかなという気がします。一方で、石西、西表というところは、そういった部分もかなり少なくなっており、海域全体というよりは、海域の中の細かな地点で全然状況が違いますので、そういったきめ細かい対策を考えていくということが必要になってくるのかなといったことがこういったグラフからも推察されるという風に考えております。

これは、モニタリング 1000 とは別で、気象庁のホームページから取った、海水温のデータです。一応、昨年は海水温が高かったということで、補足的に説明をさせて頂ければと思います、ご用意させていただきました。これは 2016 年の 1 月から 6 月です。ピンク色の部分がだいたい 30 度の海水温のラインになりますけれども、1 月、2 月、3 月、4 月はまだ 30 度のラインというのは見えてこない。5 月くらいからうっすらピンク色に海域の南の方が染まってきて、6 月になると、台湾の南ぐらいいまで 30 度のラインがきています。7 月になりますと、30 度が明らかに沖縄本島の南ぐらいいまでのところに上がってきていて、8 月になると、一気に 30 度のラインは九州の北部まで上がっていく。9 月になると、だんだん下がって行って、10 月もうっすらピンクのところはありますが、11 月には 30 度というのはかなり南の方に下っていくというようなものが見えてきます。さらにこれを日別で分解してみたものがこちらになります。赤い矢印が 30 度ラインの、だいたいの位置を示していますが、7 月にこの辺り、先島諸島のちょっと上くらいかな、にありまして、それでだんだん上がって行って、沖縄本島にかかるかかからないか、というようなところとなり、その後 1 回、7 月 20 日に下がるのですが、再び 7 月末になると沖縄本島の北部くらい、ちょうど奄美と沖縄本島の間ぐらいいまで上がって行って、その後 8 月になって、九州の北部まで行って、部分的に上がったり下がったりしています。これを見ていただくと、海域によっても 30 度を超えたり超えていなかったりとかかなりばらつきが出ているなということが、こういったグラフからも見えると思います。これは、2015 年と 2016 年の前年差というものを取ったグラフになりますけれども、こういったものを見ても、7 月下旬が左側になりますが、比較的石垣とか八重山の辺りについてはプラス 1 度くらいとはいえ、やはり前年も 30 度を超えているのでかなり熱いといえますが、むしろ沖縄本島の方がプラス 2 度とか、1.5 度という状況になっていました。8 月上旬も、八重山の方は前年に比べると同じくらいなのですが、沖縄本島よりも少し高いというようなことが言えます。こういったグラフをもう少し詳しく見ていくと分かると思うのですが、例えば、慶良間のあたりが若干、水温が低くなっていたりとか、そういったものも見えてくると思うと、今は海域全体のお話をしていますが、細かく海域を細分して見ていくと、場所場所でかなり状況が違うのではないのかな、ということがこういったグラフからも見て取れると思います。次にこちらが 8 月中旬です。この辺りになってくるとかなり真っ赤な部分が占めてきますが、これを見ても、やはり場所場所で少し違っていて、沖縄島の周辺離島ですとか、この辺も北部ですね、そういった部分が若干低くなっていたりとかということもありますので、やはり水温というのはかなり細かく見ていかないと、全体を概観しただけではなかなか分かってこない部分もあるのではないかなというところが、我々が思っているところです。実際、水温を細かく取っているところがいくつかあります。そういったデータもご紹介しますと、宮古島ですとやはり 7 月の下旬から 9 月にかけて 30 度を超える期間というのが継続しているということで、影響があったのではないかとということが伺えます。特に被害の大きかった八重干瀬につきましてもこのような形で 30 度を超える

期間というのが7月上旬から8月下旬くらいにかけてデータとしても取られています。さらに石西礁湖のカタグァーという少し南東の方のポイントになりますと、こちらの方は6月下旬くらいから1回下がったりというようなところがありますが、6月下旬から9月上旬くらいまでにかけては、やはり30度を超える期間、高水温というのが続いているということが分かっている、このようなものがやはり影響しているのではないかと、という風に思います。今日は緊急対策会議ということで、やはり緊急と言っている以上、今すぐ取り組むべき、さらに継続的に、今までに引き続きやっていくべき、そういったものがそれぞれあると思っています。特にモニタリングの観点で申しますと、昨年の大規模白化による被害状況というものはこのように概括的にはとらえています、調査時期等の問題もあり、必ずしもすべてをとらえきれていないというところがあるという風に思っています。また、海域によってサンゴの加入率ですとか成長率等々の条件が違いますので、そういったものをとらえて、どのようにしていくかを考えるということが必要だと思っています。さらにそういった情報を、昨年新聞等では報道されていますが、正しく伝える、ということが大事ではないかと思っているところでして、我々としても、回復状況のモニタリングというものを、モニ1000の調査とは別に追加でやっていくようなことも、ぜひやっていければなと思っていますし、そういったものをもとに優先的に保全すべきエリアですとか、ストレスの要因を知って対策の強化をしたり、さらにそういった効果の検証という部分をちゃんとやりながらものを進めていく、さらに一般、我々、私もそうですが、身近な取組というものを早速やっていくということはすぐにできるのではないかというように思っています。さらに継続的な部分としては、この後も色々とお発表いただけたらと思います。モニタリング体制そのものを強化していくとか、保全管理に関するものなど、多分色々なものがあると思いますが、そういったものを進めていく、さらには普及啓発というものは、もちろん地球温暖化対策というものを含めて、しっかりとやっていくといったことにぜひつなげていければと思っております。そういう点で、非常に概括的な御説明になりますが、昨年のサンゴの白化状況について、モニタリング1000をもとに発表をさせていただきました。どうもありがとうございました。

(司会 岡野隆宏調整官)

ありがとうございました。続いては、今御報告いただいた中でも、特に八重山周辺の状況がひどいということで、特に石西礁湖の状況につきまして、琉球大学理学部准教授の中村様に御報告をお願いしたいと思います。それでは、中村先生、どうぞよろしくお願い申し上げます。

(中村崇氏)

ご紹介ありがとうございます。琉球大学の中村崇です。よろしくお願いします。私から

は、今回石西礁湖の状態について少し詳しくかつ手短かに説明させていただきます。今回の話は全体で3つのパートに分かれておりまして、最後に対策についてのお話をいたします。まずは、調査の内容について簡単に説明させていただきたいと思います。今回ご紹介するのはサンゴの種別白化調査の結果です。全体的な白化が何%というよりも、どのような属・種がどれだけ白化していたかといったことに絞った話になります。今回の調査の概要ですけれども、環境省の群集モニタリング調査の一環として、石西礁湖の計35地点での潜水調査を行いました。これは毎年行われている調査の一環として行っておりまして、昨年度は9月3日から12日までの期間でこの白化状況についての調査をおこないました。なぜ、種別の白化調査をするのかという話なのですが、実はサンゴ白化というのは全ての種が一様に白化するという状況にはないことが多いです。白化をしやすい種がいたり、白化しにくいといわれる種もございます。また、白化した場合には死にやすいとか、死ににくい、そういった違いがございますので、そういった意味で、種別での白化状況調査をするということが重要です。いま示している図は、2004年のMcLanahanらの論文の図を引用しています。これは一つの例としてお示ししているだけで、世界的にこれらのサンゴ属・種が同様の応答を示すかどうかは、それぞれの地域で詳しく比べる必要があるかと思えます。ちなみに、今回対象になっているグループのいくつかがこちらの図に含まれています、ミドリイシ属とか、ハナヤサイサンゴ属、ショウガサンゴ属、キクメイシの仲間とか、ハマサンゴ属の仲間などが入っている状態です。実際に調査対象は11種類（属・種）に絞り込まれていまして、これらは名前を見ただけでどんなものかちょっと判断しにくいかと思えますので、簡単な説明をさせていただきます。まず、最初のグループ、これらは枝状群体型を持つミドリイシ属に含まれる、成長が比較的早くて、サンゴ礁の被度データや変動を比較する際に重要な種類で構成されています。それに比べまして、真ん中の部分はトゲサンゴやショウガサンゴなど、ハナヤサイサンゴ科に含まれるサンゴ種であり、これらも枝状群体型を持つサンゴ種です。前述のミドリイシの種群と違うのは、この種群が世代ごとに空間的に広がっていく分散スピードが比較的限定されるというのが特徴です。さらに、最後の部類ですが、緑色のグループがキクメイシの仲間と、これらについては近年学名が変わってきていますが便宜上そのままの種名を示しています。また、塊状ハマサンゴの仲間については、サンゴ種の中でも非常に大型の群体を長い年月をかけて形成するサンゴとして知られておりまして、成長は遅い反面、比較的長生きし、非常に大型になるため、その環境に長い期間生きながらえてきたことが考えられる部類です。調査の分け方ですが、これは実際に潜って、目視でその周辺で各サンゴについて、最低20群体を目視で確認しながら、正常かどうか（正常というのは見た目には白化していないということです）、白化初期で薄くなっているものや、部分的に白化していたり、周辺部が白くなっている、そういったものは白化度2とするなど、数値化して記録していくやり方です。実際に潜った場合、非白化群集は茶褐色がメインの景観なのですが、大規模に白化した時は、景観の中でも特に白い部分が目立つようになり、それぞれのサンゴ群体について目視

計測を行うわけです。早速ですが、2016年度の調査の話に移っていきたいと思います。まずは、見てみるのが一番わかりやすいので、映像を見てください。これは調査期間のちょうど中間にあたる、9月6日にステーションKと呼ばれる黒島と小浜島の間くらいのところにある場所で撮影した映像です。このように潜ってみますと、海底に固着しているサンゴ群体のほとんどが真っ白になっているのが分かります。蛍光色になっているものも白化がかなり進んでいる状態です。遠景にも見渡す限り白化している群体が見えます。このように白化したサンゴ群体が海底面を覆っているというような悲惨な状態です。簡単にまとめますと、調査35地点で、計6400群体ほどについてのデータから、塊状ハマサンゴを除いて、他の10属・種ではそれぞれ98%以上が白化した状態、もしくは死亡しているといった状態でした。コブハマサンゴですが、これについては大体58%くらいが白化している状態です。自動車や建物サイズの群体でも真っ白になったものが確認されています。各11種について、この調査時の正常群体と白化・死亡群体数を表に示していますが、見ていただきたいのはこちらの白化率です。ほとんど100%の種といったものも含まれていて、唯一コブハマサンゴだけは、58.5%。これでもかなりの群体が白化しているということになります。実際に被害が大きかったグループの1つですが、クシハダミドリイシと呼ばれる種類で、見た目はこのようなテーブル状に大きくなるミドリイシですが、これは白化しているものが白、黒いものが死亡している群体です。その他の色は白化していないもので、場所によって白化率が違うところがあるということを見て取れるかと思います。下の景観ですけれども、これはお借りしてきた写真なのですが、調査点なかから2地点を選んで示しています。マルグーと言われる黒島北東側の離礁で、かなりサンゴが、2007年の大規模白化でやられた後、徐々に回復してきて、ミドリイシが礁の上面の浅瀬を覆い尽くしていた状態だったのですが、これが今年の大規模白化でやられまして、11月調査時に撮られた画像ではほとんど死んで、変色した骨格が並んでいるという状況になっています。下の竹富島東の方も同じくです。サンゴ被度や多様性が少しずつ回復していたところで白化にやられて、ほとんど生きたサンゴがないような状態になっている。悲惨な状態です。コブハマサンゴでは、白化率が58%くらいで、図中の緑色の部分が白化をしていない群体の割合を示しています。この種に関しては、数は少ないですが、ほとんど白化していない群体が見られるというような地点があります。環境省が継続して群集モニタリング調査をやって来られていまして、元九州大学の野島哲先生らが中心になって、長年にわたって石西礁湖で続けてこられた2003年から2011年までの調査データをお借りして、各年の白化指数を示しています。白化指数は4というのが最もひどい状態です。0や1というのはほとんど白化していないということで、経年変化を見ていきますと2003年の時に高めの数値が出ていますが、この後に2007年に大規模な白化が起き、この時には数値が上がっています。この後は2008年から2015年までの期間、低い白化指数で推移しておりまして、私が調査にかかわるようになった2012年以降も、石西礁湖のサンゴ群集は地点間の際もありましたが、場所によっては着実に回復していたというような感

じでした。しかし、昨年調査時にはこのように数値が急激に上がっています。このピークの高さからも、過去と比較しても、2016年の白化被害が甚大だったということが分かります。続けて、2007年、前回の大規模白化との比較をしていきたいと思ひます。こちらについても2003年から2011年までの環境省の群集モニタリング調査と合わせていますので、2007年のデータは野島先生らが取られたデータをお借りしています。これが各種、11対象属・種の結果ですが、10種に関しては2007年9月よりも既に2016年の9月の白化指数が高いということがかります。また、コブハマサンゴに関しては白化指数がちょっとだけ低いですが、これは誤差範囲と思ひます。何を読み取ればいいのかと言ひますと、白化したかどうかはもちろん重要なのですが、まず、白化しただけでなく、死亡してしまっているかが実は大事で、これが2016年の調査と9月の調査時の死亡率のグラフになっております。これが2007年の9月の時点での死亡率です。数字が並んでるだけなので分かりにくいですが、このようにグラフにしますと2007年の時に白化被害を受けた属・種はもちろん昨年もやられているのですが、塊状の種類については2007年には大規模白化だったにも拘らず、ほとんど死亡率が記録されていなかったグループで、今回非常に高い死亡率が記録されているということです。ということは2016年の大規模白化被害がより広範なサンゴ種群に渡って広がっていたことを示していると考えます。例えば、2007年10月期の死亡率と比較してみます。白化がある程度落ち着いてきて死亡率が上がっている10月の死亡率を、2016年9月時点で既に越えているような種類もたくさんあるということで、改めて被害が甚大であることを示しています。まとめますと、白化、死亡率とも2007年の大規模白化現象時を既に上回っているということで、特に被害を受けやすい種もそうですが、一般的に被害を受けにくいと言われていた塊状のサンゴ種群でも白化・死亡などの被害が甚大であったということで、2016年の白化被害が深刻な状態にあるということが再確認できたと思ひます。最後に対策についてということで、少し簡単に述べさせていただきます。基本的にサンゴ群集が健全に保たれているということは、その場所のサンゴ群集が活発に成長しながら生存しているだけでなく、別の場所にあるサンゴ群集から流れてきた新しい世代が入ってきて、赤ちゃんや子どもたちが元気に活動しているというような状態だと思ひます。大規模な白化が起きると、子供はもちろんやられるのですが、それを生み出すはずだった親のサンゴがどんどんいなくなりますので、新しい世代がなかなか供給されなくなる。その場合、もしわずかな数でも赤ちゃんが流れ着いたとして、周りにほとんどサンゴがない状態、サンゴ以外の競合生物が多くを占めた状態ならば、そこで生き残る確率はどんどん下がっていきます。同時に、サンゴ礁というのは、サンゴが作った大きな地形ですが、その表面をよく見ると、多様な生きたサンゴが入り混じって形成した複雑な構造が存在しています。この構造はサンゴが死ぬとむき出しになった骨格が劣化していき、少しずつ物理的な浸食や、ウニや魚などの生物によってかじられたりして、徐々に壊れて、サンゴなどの造礁生物がつかなくなってしまうと、最終的には滑らかな構造の海底に向かっていくという過程があります。この複雑な立体構造の有無に

より、そこに生息できる生物群の多様性なども影響を受けやすいということがいえます。その例を1つ簡単にご紹介します。この図は2008年のMundayらの論文に掲載された図を引用しています。図中の0年の時にサンゴの大規模白化が起きたとすると、サンゴの被度が急激に下がっています。この図はサンゴ被度が回復しなかった場合のことを想定しています。この図では、例えば「フェイズシフト」と言われるサンゴが基礎生物として成立していた生態系から、藻類やその他の生物が主に改訂表面を覆ってしまうような生態系にシフトしてしまい、それが安定的に続いていくと、生物種の多様性が低下したり、地形の複雑さが同時に低下しなま回復しなかったり、非常に長期にわたってこの状態が続くという可能性が示されています。特に、考えなければならないのは白化が大規模に起きたということをもっと受け止めたうえで、高水温による白化の被害を広げてしまう要素や、その影響をより長引かせてしまう要素というのがもちろん考えられます。ただこれらの要素の多くは意外にとらえにくいものが多くて、水質だとか生物条件など、常に変動・移動している要素が関わっているとすると、そういったものは定期的に詳しく調べないととらえにくいということになります。人の目で判別できる間接的な指標としては図のように藻類が速やかに増えて海底面を覆ってしまう場合などがあります。特に陸域からの影響で海水中の栄養分が多くなるとこういったのが優占的に増えていきますので、ここに新しいサンゴがつく可能性は著しく低下し、万が一海底に固着できたとしても、より大型に生長した藻類と太陽光を得るために競争しながら生き残っていきける可能性はどんどん下がっていくということになります。そういったことを考えた対策を取っていく必要があるという風に考えます。ここで、対策として考えられることをいくつか挙げていきたいと思うのですが、まずはこのようなフェイズシフトと呼ばれるようなものが起きる場合、その指標となる生物や環境要素をちゃんと把握しておくことが重要です。具体的に藻類の増減がどれくらい起きているか、サンゴ種や関連生物の多様性がどう変化しているか、海底の微地形がどう変わっているかなどです。過去に取られているデータとともに被害が慢性化しているところはどこなのか、被害があってもすぐに回復ができるような場所がどこなのかを明らかにしていくことも大事です。特に、新しい世代のサンゴ幼生を充分かつ安定的に供給できるような海域がどこかにないだろうか、そういったところを明らかにしていく必要があります。前半で塊状ハマサンゴの話をしましたでしたが、実際には非常に大型の群体になります。大きいものでこの会場の半分くらいの群体が複数見られるほどです。そういうサンゴ群体が実際にその大きさになるということは、数百年単位でそこでの環境にさらされながら生きながらえているということです。それらがここ十年ほどで次々に死んでいくということは、恐らく非常に長い期間保たれていた、サンゴの生育に適した環境が急激に失われているということを示すわけです。陸上でたとえたとすると、屋久島の万年杉がいきなり死んでしまうような事態です。こういったことがどこで起きるのか？いつ起こったのか？というのをちゃんと把握しておく必要があるのだと考えます。さらに、意外と忘れられがちのところについて触れたいと思います。今後はサンゴばかりを見るだけでなく、サンゴ礁生態

系の全体の機能ということを考えていくと、例えば石西礁湖をはじめ、サンゴ礁海域には広大な砂地が存在していて、そこでは砂地の生物やバクテリアなどが活発に活動しながら、例えば窒素分やリンの量のある程度バッファーとして低減化・安定化したり、浄化する機能があったりします。こういった機能が実は近年温暖化と並行して、別の原因によって充分機能しなくなっている可能性などが考えられます。例えば、そこに生存している、意外と着目されていない生物群が過剰な利用によって急激に減ったりすると、機能が半減したりなどが考えられます。何を見ておくべきかという、普段なかなか見えないものがたくさんありますので、これらを見えるようにするのが対策の柱になるのだと考えます。見えるものについてはある程度低減策をとることが大事ですので、この辺りは、水質のモニタリングを定期的にしかりやっていくということが重要です。また、沖縄周辺は特に、河川を通じて流れこむ部分はもちろんですけど、例えば石灰岩質の岩盤を通して地下水としてゆっくり流れ込んでくる部分などがより慢性的な影響を与えている可能性もあつたりしますので、そういったものを見ることだと思えます。最後に、人間による海域への直接影響としては、海域利用や海底地形の改変なども考慮すべきと考えます。例えば、航路を広げるためにどんどん浚渫したりする場合に、底質に含まれている粒子だけでなく、微小なバクテリアが海水中に一気呵成に放出されたりするなど考えられますので、そういったところを十分に考慮していく必要があると考えています。以上、今回の発表とさせていただきます。どうもありがとうございました。

(司会 岡野隆宏調整官)

中村先生、どうもありがとうございました。それでは次の御報告に移らせていただきます。続いては、世界の動向です。先ほど、政務官からの御挨拶でもグレートバリアリーフの例もありましたけれども、世界的にも白化が大きな問題となっているということで、今、議論されているところでございます。まずは、国立環境研究所生物・生態系環境研究センター長の山野様の方からご講演をいただきたいと思えます。どうぞよろしくお願いいたします。

(山野博哉氏)

どうぞよろしくお願いいたします。私の方からは世界と日本全国規模でのサンゴ礁生態系の過去から現在、そして今後ですね、どうなっていくのか、そして、それからいくつか見えてきた適応策に向けた取り組みに関して、ご紹介をさせていただきます。非常に基礎的な所になりますが、サンゴ礁はですね、熱帯、亜熱帯を、沖縄を含む沿岸を縁取る、非常に重要な生態系ですね。これだけの分布範囲を持っていて、非常に島嶼国を形成しているわけです。ですが、今までのご紹介がありましたように、今サンゴ礁の生態系というのは非常に危機的な状況にあります。例えば、過去から、カリブ海の報告書をずっと集めて、サンゴの被度を計算した報告書によりますと、かつては、70年代は、海底の半分を、サンゴが覆

っていたのですが、今はたった5%しかない。それに加えて、その原因の1つとしましては白化現象が起こる、あるいは陸地から土砂が流れ込むなどの色んなストレスを受けてこういったことが起こっているということが言われています。一方でですね、水温が上がりますと、特に日本の本州や四国といった今まで寒くてサンゴがあまり分布していなかったところにサンゴが北上するという、こういった非常にですね、ダイナミックにサンゴ礁の生態系が今変化を遂げているということが言えるかと思います。これが全体のサンゴが受けているストレスを表したものですけど、二酸化炭素の排出に伴うグローバルな地球温暖化といった要因、それに加えて陸域からの負荷、その背景としましては社会経済状況があるわけですけど、それが組み合わさって現在の状況が生まれている。そして、これは Reefs at Risk という報告書で試算したものですけれどもローカルなストレスで30%が危機的、そしてグローバルな白化も合わせると世界では40%が危機的な状況にある、ということが言われています。こうした状況を受けまして、国際サンゴ礁イニシアチブがですね、総会決議で地球規模サンゴ礁モニタリングネットワークのそれに基づいてGCRMNというものが世界に立ち上がりました。1998年から2008年まで定期的にレポートが出されてきたわけです。ちょっと古いですけど、2008年の状況を全世界でまとめますと、19%が既に失われてしまって、35%が危機的な状況にある。このように世界のサンゴ礁の状況がまとめられています。こうした背景を受けまして、日本で、愛知県で行われた生物多様性条約第10回締結国会議(CBD/COP10)と言っていますが、そこでの目標10で、サンゴ礁は、ある意味、非常に不名誉なことなんですけど、サンゴ礁は名指しで気候変動に対して脆弱な生態系だと、そしてそれを保全するために人為的圧力を最小化する必要があると、こういった条約レベルで現れるような形になってしまいました。それに対応して作られた日本の生物多様性国家戦略の中では、第4の危機としまして、地球温暖化、海洋酸性化などの地球環境の変化による危機というのが、こういった今まで開発などによる危機に加えて、この地球環境の変化というのは大きな問題であるということが認識されるようになってきました。しかしですね、これは2010年にたてられた目標で、2020年まで。特にサンゴ礁の場合、実は、2015年までの目標だったわけですけど、その中間評価というのが最近ありまして、その結果を非常に残念ながら、目標の10ですね、サンゴ礁にかかわる脆弱な生態系が保全されているかと言いますと、その目標は全く達成されていないといったことが中間評価で示されたわけなんです。こういった中間評価でも、こういった達成されていないという状況に加えて2016年、去年では、オーストラリアのグレートバリアリーフで、先ほども何度かご紹介されていますけれども、大規模な白化現象が起こります。これ航空機で撮った写真ですけども。そこからでも見えるくらい、非常に大規模な白化現象が起こったわけです。そしてさらに今年もですね、これが去年、これが今年ですけども、今現在もだんだん白化してなかったところが今年は白化しつつあるということです。この背景としましては、やはり水温が上がっているということが挙げられているわけです。最初の土屋先生の示されたグラフをもう一度私も示しますけど、ここが90年でここが60年ですね。それで60年代に

オニヒトデが大発生、というのがよく見られていた時は、サンゴの白化は全然なかったわけですが、その後だんだん増えてきてここが 20 件、その後年代軸はそろえてありますけれども、ここが 2012 年ですね。その後リーフベースっていう統一的なサンゴ礁のデータベースが立ち上がりました。そこで、報告されている件数はここ 20 件、ここは 200 件です。それで 98 年はこれだけの報告数があって、その後も毎年のようにサンゴの白化は報告されています。最近になっても、どんどん増えてきているという現状だということは言えるかと思えます。ちなみにグレートバリアリーフは 98 年、2000 年と、データはですね実は最近更新されていないんですけど、2016 年とあって、日本に関しましては 98 年、2001 年と 2007 年に関してはあまり報告されていないんですけど、去年、大規模な白化現象が起こったといった状況です。この背景としまして、やはり一番大きいのはですね、水温の変化だと考えられています。これは、こちらまでがですね、実際の観測の水温、こちらからが予測ですけども既に 100 年かけて 7 くらい上がっていて、今後二酸化炭素の排出の度合いによってですね、ひどい場合は 100 年後も 4 くらい上がってしまうということが予測で示されています。そして、こういった水温とですね、サンゴの白化の状況を関連付ける指標としましては Degree Heating Week っていうですね、平年値の一番高い水温、何年かの、この間の平均した一番高い水温からどれくらい上がったのかが何週間続いたのか、その掛け算をするわけですけど、それを用いて、それが 8 ですね。例えば 2 度高いのが 4 週間、 2×4 で 8 になるんですけど。その場合ですと、非常に深刻な白化が起きるといふ風な、こういった指標が作られている。この後、茅根さんが詳しくご紹介されますけど、それは結構良い白化の状況とよく合うんですね。そして将来予測と、これは現在に関してなんですが、将来に関しましては、実はあの気候変動予測モデルのですね、時間のステップが 1 か月刻みですから、これを Degree Heating Month と月単位に直したものです。それで、例えば 1 度高いのが 2 か月、先ほど言ったように 2 度が 4 週間というのは、2 度が 1 か月ということですので、2 を超えると大規模な白化が起こってしまう。こういうことを使ってですね、将来の予測が行われています。そうしますと、今のところ得られている 1 つの結果はですね、2 ですとほぼ全域のサンゴ礁が白化してしまう。ただ、1.5 にしますと、当然といえば当然ですけども、白化の度合いっていうのはかなり抑えられて、結論としましては、2 でもですね、まだ不十分で、水温上昇を 1.5 度以下に抑えることが必要と、こういった非常に厳しいですね、結果が出ているわけです。さらにですね、この地球環境の変化を水温上昇だけではなくて、もう 1 つの非常に重要な問題があります。それが海洋酸性化です。二酸化炭素が増えますと、それに伴って気温、水温が上昇する。それに加えて二酸化炭素自身が海水中に溶け込みますと、こういった化学平衡式が起こるわけですが、結果的にですね、サンゴの骨を作っている炭酸カルシウムが非常に作りにくくなるといった状況が発生します。それで実際ですね、これはまだ現在進行中で、そんなにまだ影響は出ていないんですけど、例えばですね、火山の近くで、海底から二酸化炭素がぶくぶく噴き出しているところが日本にあります。これは硫黄島というんですけど、そういったところはやはり噴き出しているところはサンゴ

は全然いないと、こういった結果が出ておりまして、これが悲観的な見方をすると近未来のサンゴ礁の状況を表しているのではないかといった研究例もあります。実際、海洋酸性化は現在も進んでおりまして、これは、大気中の二酸化炭素量ですね。ハワイで取られていたものです。そしてこれが、海水中の二酸化炭素、そしてそれに伴って PH が下がりつつある、ということが、実際に進行中の現象であるということが示されています。さらにこういったことが続くとですね、水温の上昇と、海洋酸性化によってサンゴがいなくなってしまうと。特に今まで数百万年間経験したことのないようなところにサンゴ礁の状態は行きつつあるんじゃないか、と言ったこれも非常に悲観的な予測が出されているわけです。これも水温の上昇と海洋酸性化の度合いですね、それとサンゴのことを関係付ける統計も出ていて、予測してみましたところ、やはりサンゴの分布域のほとんどが不適な環境になってしまうということが示されています。これが世界の状況です。では日本の状況をもう少し詳しく見ていきます。日本はですね、ちょっと基礎的な話になりますけど、実は、世界の中でも非常に海洋の生物の多様性が高い所です。その原因としましては、南から北まで長いので、南の生き物も北の生き物もいるということと、浅い所から深い所まで、多様な環境がありますので、その両方ですね、多様性が高いということが言われています。そしてその多様性を支える、特に南の方の多様性を支えるものがサンゴ礁なんですね。そして、先ほどの、日本は全世界的に見ると、サンゴ礁、サンゴ分布の北限域にあたるのですが、黒潮がこう、流れていますので、種数としてはですね、結構多くて 400 種類くらい、石垣島の周辺ではいるわけです。それでやはりこれは全域の、水温ですけれども、日本周辺でも水温は上がっておりまして、気象庁が実際、船で観測したデータを取りまとめたものですけど、大体 100 年間で 1 から 1.5 くらい、水温が上がっているということですね。それに伴って、水温自体が底上げされてですね、1998 年の場合はエルニーニョ現象と重なってるわけですけども、水温自体が底上げされて、さらにそこにエルニーニョの影響が加わって非常に上がりました。そして日本を含む世界的に白化現象が起こってしまう、ということです。2007 年にもですね、特に石西礁湖の周辺海域で大規模な白化現象が起こってしましまして、そこでも、サンゴが非常にたくさん死んでしまった、ということが報告されています。そしてこれが 2016 年です。これは先ほどモニタリング 1000 の報告でもありました、宮古島の八重干瀬で撮影された写真です。こんなふうですね、ミドリイシのサンゴ、枝状のミドリイシが真っ白になってしまった、ということが報告されています。そして、これは新聞に出たものなんですけど、非常にたくさんのサンゴが白化して、やはり死んでしまった、ということが示されています。一方で、水温が上がり続けると、北の方ではですね、サンゴにとってはいい環境になっていくんですね。これは、実は、撮った場所は長崎県です。長崎県の五島列島に、沖縄でよく見るですね、スギノキミドリイシという枝状のミドリイシですけども、それが最近になって現れるようになってきているということが、だんだん明らかになりつつあります。それがどうして明らかにしたかと言いますと、それは 1930 年代から日本ではサンゴの調査が何時期かに渡って全国規模の調査がされています。その記録を全部つなぎ合わせてみますと、こ

れはちょっと見づらいので恐縮ですけど、こちらが古い方から新しい方です。こちらが南から北の、こちらが東シナ海、こちらが太平洋側の状況です。要するに、この黒い所が記録があったというところで、それが右肩上がりになっていると、だんだん北上しているということですね。先ほどのスギノキミドリイシは非常に速い速度で、年に直すと、14 km、という非常に速い速度で、北上しているということが分かります。それに加えて、いくつかの他のミドリイシでも北上が見られると。これは千葉県にエンタクミドリイシが最近現れるということが明らかになってきました。そして、さらにですね、サンゴ礁は、サンゴは生態系の基盤を成す、生き物ということはいくつもあるわけですが、非常に小さな証拠ではありますが、こうやって北上してきたサンゴの中に、早速サンゴガニが、これサンゴにしか共生しない蟹ですけど、住んでいて、当然これも北限記録。だんだん日本の沿岸の生態系は、あるいは生物多様性が、変化しつつあるというのが、ちいさいですが、掴む、そういったことが明らかになったということです。非常にざっくりとまとめますと、水温上昇によって南の沖縄周辺では白化現象がだんだん頻発するようになり、それに対して北の方では南にいるような種類のサンゴがだんだん北上してきている。これが今の日本の状況かと思います。ですので、楽観的なことを考えると、沖縄にとっては良くないことなんですけど、サンゴだけ見ればサンゴはだんだん北上するからですね、サンゴの種自体は大丈夫なのではないかといったことは時どき言われるわけですけど、実はそれを阻むものはですね、海洋酸性化なんです。先ほど少しご紹介しましたが、これは茅根先生の研究チームがおさめた硫黄島で二酸化炭素がぶくぶくと出ているところでは、サンゴがない、その周辺から少し離れたところではサンゴがいるという、こう言った、海洋酸性化の影響がですね、現れているところを観察できるサイトがあるんですね。そういったサイトの情報ですね。硫黄島だけでなく、最近、伊豆諸島の式根島でもこう言った、ぶくぶく出ているところが見つかりました。そういった情報を世界にもいくつかサイトがありますので、そこでのですね、これはアラゴナイト飽和度というんですけど、サンゴの骨格を作る炭酸カルシウムがどれくらい水の中にあるかと言ったことを表す資料です。それを計算してみますと、だいたい2.3くらい。これ以下になるとサンゴが分布できないという閾値が設定できるわけです。それでこの閾値と、あとは、このサンゴが分布できる限界の水温ですね、その閾値の両方を用いて、将来予測ができるというわけですね。これは、1つ古い気候変動のシナリオですけど、B1の方が低炭素社会、排出を抑えるシナリオで、A2の方がこのまま二酸化炭素を出し続けるシナリオです。この両方で、将来予測をやってみました。そうしますと、こちらが、このまま二酸化炭素を出し続けた場合です。そうしますと水温が上がりますので、南の方では白化が起こる。一方北の方では、こちらがサンゴの分布限界を示したんですけど、サンゴの北上が起こっていく、ということです。一方ですね、こちらが海洋酸性化の影響の方ですけども、先ほど申し上げましたように、2.3のラインが現在ここです。それがですね、だんだん北の方から、海洋酸性化の影響が下りてくるんですね。サンゴの北限がどんどん下がってくる。要するに、サンゴは北から酸性化、南からは白化の影響を受けて、その結果は2070

年代に日本周辺化からサンゴがいなくなってしまうという、非常に悲観的な結果が得られたわけです。一方ですね、二酸化炭素の排出を抑えますと、水温の上昇が抑えられます。こちらは、水温はある程度は上昇はするんですが、白化を起こす程ではないですし、多少の北上ですね。それで、海洋酸性化の方はですね、二酸化炭素の排出が途中から抑えられますので、その影響がこの辺りで下げ止まりです。ですので、二酸化炭素の排出を、これから示唆されるように、二酸化炭素の排出を削減するというのは、やはり非常にですね、重要な、根本的なことであるということです。この予測はですね、現在の分布に基づいていて、サンゴが全く適応できないところと言った、非常に厳しい仮定を置いているものでして、実際、もうちょっとサンゴの分布域は保全されるのかもしれないですけど、少なくともこの2つを比べてですね、二酸化炭素の排出を抑えるというのはやはり非常に、第一のですね、サンゴ礁の保全にとっても、非常に必要なことであるということがいえるかと思います。ただですね、二酸化炭素の排出はすぐに、変わるものでもありませんし、水温の上昇はすぐに止められるものではないですね。それで、これは、環境省では気候変動による適応計画というものを定めました。その中で、特に自然生態系に関しましては、いくつかのオプションが出されています。こういったことを考えてですね、今後の適応を考えていかなければいけないということです。そして環境省とうちの研究所とで、適応情報プラットフォームを作って、そういった情報を今、集めて、適応に向けたアクションを開始しているところです。これはちょっと見づらいますが、文章をそのまま持ってきたもので、見づらくて恐縮ですが、その中でいくつかのオプションが考えられています。1つがモニタリングの充実、そして、気候変動に順応性の高い、健全な生態系の保全・再生、ということが示されています。これをサンゴで当てはめてみますと、やはりですね、データベースやモニタリングというのは基礎になる情報ですので、ここはしっかりと進める必要がある。そして、そういったデータをですね、広域で集めると、気候変動の影響が少ない場所が特定できたり、あるいは、将来的にどこのサンゴ礁が残って、そこで生態系のネットワークが形成されるのか、こういったことの検討を進めていく必要があるということです。先ほどのC B D / C O P 10 の目標 10 にも書かれておりましたが、気候変動のストレスも軽減して、とくに、沖縄の場合ですと、赤土の流入という問題がありますので、それを低減していく必要があるというわけですね。さらに、積極的な干渉としましては、サンゴの移植を行ったりするオプションも考えても良いのではないかと考えています。そしてさらにこれは全体的に、まさにこの会議の目的だと思いますけれども、サンゴ礁保全行動計画と、気候変動対策の両輪で推進していく体制が必要になる、ということです。いくつか、それに関しまして、私や、関係の方が進めていることを紹介いたします。モニタリングに関しましては、先ほどご紹介にありましたモニタリングサイト 1000 事業があったりですね、沖縄県でもサンゴがらほ、と情報プラットフォームを作ったりですね、あとは、ボランティアベースのリーフチェックプログラムがあったりします。あとは紙での場合もあるんですが、1970 年代くらいから各種の調査報告書があり、あと、分布図も環境省が作られています。ただ一つの問題がですね、これがなかなか統一的なデータ

ベースになっていない、ということで、1つは統一的なデータベース、せっかく調査したものですから、それを集めてですね、1つのデータベースとして、全国的な規模で分析を進めていく必要があるかなと、思っています。それで今、こういったデータベースを作っているところですけども、日本のサンゴの色が、結構ダイナミックに、かなりダイナミックに変わってきているといたことがやはり見えつつあります。そして、先ほど、最初の方で2008年の状況だけお示ししましたけれど、それは理由があって、2008年以降、実はGCRMNの活動が最近停滞気味なわけです。こういったことも再構築して、全世界で情報を共有していく必要があるのかなとっております。広域でデータを集めるという点ですけど、広域でデータを集める時には先ほどのモニタリングに加えまして、市民の方々とですね、情報をいただくというやり方が非常に効果的なんですね。それで2008年から市民参加型の調査というのをやっておりまして、それで今年に関しても、白化情報をたくさんいただくことができました。この地点ですね。それと水温を合わせますといくつかですね、慶良間もそうなんですけど、水温があまり上がってないところ、白化していないところっていうのが見えてくるんですね。石西礁湖は先ほどのご紹介もありましたように、たくさん白化してしまったんですけど、慶良間はやや水温が低くてですね、それが多分原因の1つだと思うんですけど、ほとんど白化していないわけですね。実は2013年にも同様の現象が起こってまして、この青い所は白化してない、赤はたくさん白化したところですけども、2013年も慶良間はあまり白化していない。こういった広域のデータを集めると、サンゴの避難地という、ここで保全、白化が起こりにくい場所といったことを検出できるようになるわけです。さらにこういったデータを使うと、サンゴ礁間のネットワークを解析することができます。なぜそれが重要かといいますと、サンゴは卵を産んで、特にミドリイシは卵を産んで、それが流れて、ほかのサンゴ礁に行き、定着するわけです。ですから、サンゴ礁間のつながりというのを考えるのは非常に重要なんですね。それで今まで慶良間、先ほど慶良間を保全といたしましたけど、慶良間から幼生がこういう風に漂ってですね、沖縄本島への供給源になっているという結果がありました。ただ、最近の遺伝子を用いた研究によりますと、むしろ慶良間の方に、慶良間がソースじゃなくてシンクになっているという結果も出てまして、これはですね、今後さらに現状を詳細化して進める必要があるんじゃないかと思っております。ただ、海流を解析しますと、実はこれは将来予測の結果と合わせますと、具体的にどこが重要な海域なのかという事を明らかにすることができます。これはこの海域から、コンピュータの中でですけど、卵を流して、それがどこに到着するかというのを解析したものです。それでその将来予測に関しましては、海流が変化する部分と、水温が変化してサンゴが変化する、その両方を考慮して予測ができるんですね。これが現在の状況ですけど、例えば台湾からの卵が九州まで届いたり、そういったことがいえるわけです。この線上にあるのが自分の生んだところで定着しているということで、これが広がっていれば広がっているほど、遠くまで到達しているということです。これで、先ほどの二酸化炭素を出すシナリオでやってみますと、非常にですね、両方、親群体も白化で死んでしまうし、さらに、サンゴの卵がですね、水温

が上がると代謝が増えて寿命が短くなってしまいます。その両方の効果を考えるとですね、結局沖縄本島や、最後まで重要な海域として残るのは、沖縄、石垣、台湾、こういったところが重要になるという、こういった予測も可能になってくるということです。最後、少し、簡単にご紹介しますけど、あとはもう1つのオプションは赤土等の流出や汚染の低減ですね。先ほど申し上げましたように、サンゴ礁はこういった陸からの負荷の影響もたくさん受けています。そしてこれは単純な比較ではあるんですけども、瀬底島の場合ですと、1回、98年に白化し、減ったサンゴが回復しているのに対して、沖縄本島周辺の、特に川の近くのサンゴ礁では、減ったまま全然回復してこない。やはりそのサンゴの回復力自体にですね、この陸からの影響というのがあるのではないかと、考えられるわけです。それで今必要なこと、今、久米島で我々が進めていることは、いろんな環境のですね、川や海の生き物を調べて、それを統計解析行いますと、どれくらい赤土を減らさないといけないのか、ということが出てきます。さらにその発生源は主に農地なわけですけど、そのモニタリングを続けて、さらに土砂流出モデルを使うとですね、こういったところから赤土がたくさん出ているということがいえるわけです。ここに重点的に対策を行っているわけですけど、それが実際に可能かどうかというのには農家の方々にですね、理想的にはこうだけど、実際無理だよとかそういった社会的な状況も考慮しなきゃいけないんですね。あとは対策には、それぞれ費用が掛かりますので、その費用対効果がですね、最適かという必要があるわけです。そうしますと、こちら赤土の削減量ですね、それに対する、いくら投入すればこの畑に対策できて、減らせるのかという関係が出るんですね。それで先ほど、半分に減らす流出と、300万くらいで先ほど示した流失だと、最適化すればですね、分かるといったことが言えるんです。要するにですね、このサンゴの赤土流失問題というのは古くからある問題で、生き物の面だけを見てもですね、やはりなかなか解決しない。それはどこから流出しているか、さらに、そこにどういった対策を、いくらかけて、地元の方々の協力を得ながら進めていかなきゃいけない、とこういったいろんなアプローチをですね、統合して進めていかなければいけない。これは恐らく、サンゴ礁保全行動計画の1つの地域づくりともつながっていくことかと思えます。そして、最後ここの主流化のところですけど、サンゴ礁保全行動計画、こういった2016年から2020年といういくつかのオプションのアイテムが出されている。それと、こういった気候変動の適応をですね、うまく組み合わせ、さらに発生源の気候変動対策ですね、それらを総合的に推進していく必要があるのではないかと考えます。そういったことを今日議論できれば、私も議論に参加して進めさせていただければと思っております。以上です。ありがとうございました。

(司会 岡野隆宏調整官)

山野さん、ありがとうございました。それでは続いて、今の御報告に対する、東京大学の茅根先生から補足のコメントをいただけるということで、お願いしたいと思います。よろしくお願いたします。

(茅根創氏)

私からは、今年の白化、それからこの20年間の白化は高水温によるものなんですけど、一体何度になると白化をもたらす高水温になるのか、山野さんも触れていましたが、それをもう少し詳しくコメントしたいと思います。これが北西太平洋の今年の8月の水温の分布で、濃い橙色が30 度です。ので、沖縄や石垣島は確かに30 度を超えて白化したということが分かりますが、この辺り(ミクロネシア)の海域も30 度を超えています。ただ平年値、平年の最も高い8月の水温というのは沖縄や石垣は29 度ですけども、この辺りは29.5 度なわけですね。ですからその平年の最も温かい水温よりも何度高いのかということ、平年値よりも高い水温で囲ってやると、やはりこの辺りはそれ程でもないのに対して、沖縄や石垣というのはそれぞれの地点における最も温かい水温を超えた水温を週ごとに積算した水温が8 度を超えている。で、白化したということが分かります。ですから、大事なのは、それぞれの地点、各地点における、北は低い、南は高いわけですけども、その最暖月の水温よりも高い部分を週ごとに積算した水温が白化を引き起こすんだということが、これまでの結果から分かってきたわけです。実際沖縄は、この週積算水温(Degree Heating Weeks)、平年の高水温よりも高い水温を週ごとに積算した水温が10.45、それから石垣は10.7と完全にこの閾値である8 度を超えていますので大規模な白化が起こった。それに対して奄美は白化の規模は小さかったということですけども、やや低い。それから串本では、8 度を超えてない。小笠原はあまり白化しなかったということですけども、4.8。それからグアム・パラオでもあまり白化しなかったんですけども、やはり1.4、2.3ということにして、この週積算高水温、Degree Heating Weeksというのが大事だというのが分かります。一昨年と昨年を比べても、石垣島では、これ石垣島、例えば29 度が8月の平均水温ですけども、これを超える水温を積算してやると8月にはもう8 度を超えて、大規模な白化。その前年は、これが30 度をほんの少しだけ超えたんですけども、積算値が少なかったということが分かります。これを過去に渡って見てやると、例えばいろんな地点のDegree Heating Weeksと、それからこちらの列には水温のアノマリーですね、何度水温が一番高かったかというのを二列並べていますけれども、1998年の白化の時には、確かに白化、これ網掛けが白化した所ですけども、奄美で10.57とか、沖縄で9.6、石垣で8.4、それに対して白化しなかったグアムや小笠原では、あまり、この週積算水温が高くなかったということが分かります。2007年の石垣の白化はそれ程ではなかったということですけども、確かにDegree Heating Weeksは2.73とそれほど高くない値になっています。それが去年は、10.7と完全に大規模な白化になってしまったわけです。これを縦軸に白化した年、それから横軸にDegree Heating Weeksを置きますと、大体このDegree Heating Weeksが4 度を超えると、4割くらい白化する。それに対して8 度を超えると8割以上白化するというのが、統計的にも示すことができました。水温アノマリーは、それほど統計的に

意味がない。それからこれはグレートバリアリーフでは1998年、2002年、2016年で白化した地域が違うんですけども、これもやはりDegree Heating Weeksと非常によく一致しているということが分かりました。結論を述べますと、週積算水温が8 を超えると大規模な白化をする。このDegree Heating Weeks 8 というのは、沖縄ですと31 の水温が4週続く、29 は平年値ということですので、月平均気温が2 上昇する。これはパリ協定の合意で2 以下に抑えなければいけないということを合意したわけですが、そのパリ協定の合意がぎりぎり守られたとしてもサンゴはこれから毎年大規模に白化してしまうということになるわけですから、何とかこれ以下に抑えなければいけないということになるわけです。以上私からのコメントです。

(司会 岡野隆宏調整官)

先生、どうもありがとうございました。それでは、続きまして、自然環境研究センターの木村さんの方から、国際サンゴ礁イニシアチブの取組それからNOAAの白化レポートについて御報告をお願いいたします。よろしく申し上げます。

(木村匡氏)

ありがとうございます。自然環境研究センターの木村と申します。私は、先ほど環境省の川越さんが御発表されたモニタリングサイト 1000 のサンゴ礁を担当しておりまして、現地調査は石西礁湖、それから全体の総括を担当しています。モニタリングサイト 1000 の経過については川越さんの方から発表されて、もう1つ、私の役割として、ICRIの下にあります、地球規模のサンゴ礁モニタリングネットワークという研究者のためのネットワークがあるんですが、実はその東アジアのコーディネーターをやっておりまして、日本の状況、それから東南アジア、北東アジア、東アジアの状況をICRIに状況を提供して、保全についてのいわば方向性・方針を決定してもらうという、そういう役割をしています。今回の話はまず、世界のサンゴ礁の白化の経過をざっとおさらいしまして、その後、GCRMNでどういうふうに白化レポートを作っていくか、それからICRIに対して、あるいは世界の色々な保全の枠組みの中にどういう提供していくかという話、それからこれまで、各国で、大規模白化についての対応が取られている、他の国の対応の仕方をご紹介して、最後に国際サンゴ礁イニシアチブICRIの対応ということについてお話ししたいと思います。まず、世界のサンゴ礁の白化現象の経過ということで、1つ、背景としては、2014年6月にまずエルニーニョ注意報と呼ばれていまして、2014年にエルニーニョが起こるか、と思っていたんですが、結局エルニーニョ現象にはならなかったんですけども、かなり水温が高い状況が続いていて、その後、2015年の上旬に今度は本格的にエルニーニョが起きまして、それがその後2015年の間継続しますよ、という風に予想されました。その年に北部太平洋側で異常な暖水塊が出現して、下旬にエルニーニョ現象がピークを迎えた、という背景があります。2016年の4月の段階でまだエルニーニョが継続するという風に予測をされていて、

2016 年の下旬ころにはミクロネシア、パラオで、ラニーニャ、エルニーニョの逆の現象ですね、水温も低くなるという予測もされていたんですが、実際には、そんなに下がらずに、現在でもエルニーニョが続くのではないかという状況が予測されています。そういう背景を基にですね、NOAAが先ほど、茅根さん、それから山野さんが発表された、DCWを使ったNOAAの白化の規模のデータになるんですが、まず2014年の初期は、大規模白化現象の初期というように位置づけられまして、6月にエルニーニョではあまり高水温にならない、グアムとか北マリアナ諸島で白化が起きた。それから9月から10月にはハワイで大規模な白化現象が現れた。それから、9月にフロリダでも起こっています。それから11月にマーシャルで大規模な白化が起こったということで、2014年は世界的な大規模白化の初期と位置付けられていて、ハワイ、それからグアム、マーシャルなんかで大規模な白化現象が起こったと。それから2015年の1月から6月、ここはですね、最初の年の、初期の拡大期と言われていまして、こんな風に、中央部、太平洋、赤道の周辺で非常に高い水温が始まって、最初のころは、PNG、ソロモン諸島、フィジー、サモアで大規模な白化現象、それから前半には、インド洋にそれが拡大して行って、中期にはパナマ、それからキリバス、ライン諸島で大規模な白化が起こった。2015年の前半は拡大期、それから2015年の後半ですね、これは最盛期で、エルニーニョもこの時期ピークになっていまして、フェニックス諸島、それからライン諸島、キリバスですね、この辺りに、それからハワイでは2年続けて白化が起こったと。カリブ海、パナマでも起こったと。それから2016年に入って1月からの前半ですね、これはまだ最盛期を過ぎたんですけどまだ継続しているということで、いろんなところでたくさん白化が起きており、オーストラリアなんかでは非常に大きなグレートバリアリーフの北部ですね、過去最大規模のサンゴ礁が影響を受けた、と言われていまして。それから2016年後半ですね、これはまだ継続期ということで、北半球では夏になったので、日本の宮古島、石垣島、石西礁湖、西表島、先島諸島で大規模な白化、これは先ほどの発表でも言われていましてけれども、ほかにもアジアではベトナムで局所的に大規模な白化が起きたり、タイでも白化が起きたりして、その情報をまだ全国的には、世界的には知られていない。まだ未確定なのですが、2016年の後半にも特に北半球で非常に大規模な白化が起きているという状況です。これは、2016年6月の状況ですけども、7月になって、少し赤い所が出てくる。8月には日本、沖縄周辺、それからもう少し北の方ですね、東の方でも継続的に高い白化警報が出されています。9月に入ると、少し北の方に移動して10月、11月、12月には白化警報がなくなっていますが、2017年再び高水温が発達してきまして、2017年の前半1月から3月ですね、これは、まだ多分白化現象が起こるだろうという、継続するだろうという予報が出ています。西インド洋では白化注意報あるいは白化するストレスはなし、ということになっていまして、ケニアなんかでは、かなりまだ、今後白化が起こるだろうと、それからフロリダ及びフロリダキーズでは白化警報が出ていて、メキシコ湾やユカタン半島でも、今後まだ白化が起きるといふ風に言われていて、昨年日本では大規模な白化が起こりましたが、まだ油断を許さない。今年もまだ、白化は起こる可能性が

ずいぶん残っているということですね。これが1月から3月までの赤い所が高水温ですね。依然、2017年の4月現在で、まだ白化現象は進行中だという風にNOAAの方は予測していきまして、これは4月から7月の予測なんですけど、赤道付近でかなり大規模な白化が起きる可能性がある、東南アジア、それからインド洋などでもまだ白化が起きると予想されています。なので、昨年までで、白化は終わったということではなく、今年もまだ白化が起きる可能性がずいぶん高いということで、今のうちにいろんな対策をしていかなければならないという風にNOAAは警告をしています。2014年から17年にかけての白化の状況をまとめてみますと、2014年から高水温、それから2015年から16年には強度のエルニーニョ、それが原因であろうと。これは、これまでNOAAの方が、大規模な白化っていうのは1998年と2010年、これはカリブ海から東南アジアで起こった大規模な白化なんですけど、それに続く第三回の大規模な白化と位置付けていて、これは、最も長期的であり、最も広範囲、最も被害が大きい。で、過去の世界規模の白化現象、2回の現象の時に起こった白化よりも、より多くのサンゴ礁が被害を受けている。それから過去2回で起こらなかった場所でも白化が起きたということで、多分、これまでの一番の被害状況、被害が大きいという風に、この第三回目を世界的な大規模白化というものに位置付けています。そういう状況をですね、NOAAあるいはGCRMNがどういう風に取りまとめるかという風に、今色々なところで検討されていきまして、1つはNOAAですね、今世界各国の白化情報を収集していきまして、それを取りまとめようとしています。それから、先ほどの山野さんの紹介にあったGCRMN、これ地球規模サンゴ礁モニタリングネットワーク、というんですが、ICRIの下にあって2008年までは定期的にレポートを出していたんですけど、今はちょっとその、全体の統括をするコーディネーターが不在になってしまっていて、ちょっと報告がストップしているんですけど、それ以外にですね、GCRMNには地域支部みたいなのがありまして、インド洋ではCORDIOという団体が中心にインド洋の現状を取りまとめ、南太平洋に関してはフランスが中心になって、南太平洋の白化を調べ、取りまとめる、東アジアに関しては日本とシンガポールが中心となって白化の状況を取りまとめているという風に今動いています。この白化に対して、各国がどの様な対応を取っているかということで、まず1つはハワイです。ハワイは2014年と2015年の大規模な、2年続けてで白化が悪化している、そのために緊急対策計画というものが2008年に作られているんですけど、これを見直すということと、それからこれを見直す時に、1つは関係者によるワークショップを開いて、現状の情報を共有して、そこから管理計画を策定するというプロセスを取っています。ワークショップを開いて、その中でまず、現状の情報をみんなで共有したと。これがその時の計画ですけども、こういう状況をみんなで共有した上で、サンゴの白化回復計画というものを立てた。この中では、特にハワイの中ではMPAを作ったり、あるいは陸域対策、食藻性魚類の管理これは、よく、オーストラリアでも言われているんですけども、サンゴが加入してくるとき、藻類と競合してしまう、その藻類を食べる草食性の魚類をあまり漁獲して、乱獲してしまうと、藻類の成長がサンゴの加入を上回ってしまっていて加入を阻害するというふうに使われており

まして、そういった草食性魚類の、漁業の方を管理するというのが、対策も取られています。それから IUCN も白化対応ガイドランスというものをを出していて、これは、例えばツアーガイド用に、白化が起こった後に、そのサンゴ礁をなるべく観光などに使わないようにして、回復を待つ、あるいは、そのサンゴ礁管理者に対して、報告を作ったり、そういう対策を進めている。それから大きなのはレジリアンス強化のためのツールキットを IUCN が用意してまして、白化などの回復を促進するためにレジリアンスを強化しようということで、早ければ、陸域からのストレスや人為的なストレスを軽減する、そういう方針を取っています。それから、アメリカ領サモアでも大きな白化があって、それに対する国の対応という計画を作っています。これはなかでは、長期的なモニタリングを行うとか、調査手法を研修をして、このモニタリングを全国に広げていく、あるいは普及啓発の中でサンゴの保全を訴えていく、あるいは管理方法の検討ということで保護区なんかを設置して、こういう対策が取られています。それからオーストラリアの白化対策、対応計画、ということで、オーストラリアはこれまでもオニヒトデが大発生したり、白化が起こったりして、その度に対応計画というのは作っています。2007 年から 2008 年の時は、緊急連絡体制、監視体制を強化しようということと、調査、白化に対する影響を評価しよう、という情報をみんなで共有するようなシステムを作ろうと。それから 2010 年から 2011 年の時はやはり同じように、緊急連絡体制、監視体制を整えて、それに対する人為的なストレスの軽減とか気候変動に関する普及啓発、活動に対して普及啓発で促進する、ということがこの場にも書かれています。今回の大規模白化というのはものすごく大混乱になっていまして、特にオーストラリアのグレートバリアリーフは世界遺産に登録されているんですね。なので、UNESCO に対して、今現状はどうなっているか、これから回復をどうするのかという報告義務があるということで、今 The Northern Great Barrier Reef Response Plan というのが計画されていて、昨年 12 月くらいにできているはずですが、まだ公開されていないんですけども、この中には現状の報告ということと、今後どうするかという回復計画を入れておかなきゃいけないところで、報道されているように大きな被害を受けているので、当然その、一番のメインになるのはレジリアンスの強化というところ。特にその中でも、いろんな国の対策が取られているんですが、温室効果ガスの削減、水質の向上、沿岸生態系の保全、生物多様性の保全、サンゴ群集の保護についてはサンゴを食害する生物、オニヒトデあるいはサンゴ食巻貝等々、それから物理的破壊というのは、座礁をしたり、あるいは人為的な破壊からの保護、それから大きなところでは、サンゴ礁の回復促進ということで、レジリアンスの強化しようという、こういう計画・提案・定義というのがオーストラリアの白化対策の中では動いています。国際サンゴ礁イニシアティブ ICRI の方ではどんな対応を取るのかということ、1 つは今回の大規模な白化について、白化についての勧告を出しました。それには、情報収集体制の構築をなさ、監視体制を強化をなさ、ということと、緊急対策チーム、特にこういうオニヒトデ、あるいは白化なんかの突発的な被害があった場合にそれに対する対策チームを構築をなさ、あるいは長期的なレジリアンスを促進するようなできるだけ負荷を抑えたり、人為

的負荷を抑えたりするような対策をとりなさい、あるいは、今後の長期的なモニタリング体制を維持しなさい。それから国家戦略の中でも白化対策というのを強調しなさい、というそういう勧告がICRIの中では取られています。それからもう1つはICRIが2018年を国際サンゴ礁年にするというふうに決めまして、この中で国際サンゴ礁年というのはサンゴ礁の保全についての普及啓発なんですけど、この中で、特にレジリアンスの方の増強それから持続ということについて、持続的な利用について、強化して、ハイライトして、この白化後の回復をうまく促進するようなことを、普及するというのも、ICRIの中で決議が行われています。ざっと紹介しましたが、結局その、最初に土屋先生がこれまで、沖縄宣言であるとか、あるいはCOP10での色んな国際目標が、とられてきましたけれども、結局そういう取り組みがあまり効果がなかった、ということを示してくれたのが今回の大白化ではないかと思って。色んな各国の中でも、これまでの対策を見直して、あるいは評価して、引き続き、あるいは統合的にやりなさい、ということが、各国の対応の中で言われていると思います。日本もこれまで、色んなところで、計画とか保全の行動というものが目標を作られていますけれども、それをいかに効果的に実施するかというのが今後の課題だと思います。以上です。

(司会 岡野隆宏調整官)

木村さんありがとうございました。ここまで、昨年の日本の白化の状況、それから国際的な白化の状況、そして各国の取組や国際的な取組について御報告いただきました。ここまでの発表に対して、質問等ございましたら、時間の関係で1,2問になると思いますけれども、受けたいと思いますが、ご質問のある方は挙手をさせていただいて、どの御報告に対するご質問かを言っていたら、ご質問いただければと思います。どなたかご質問ございますでしょうか。

(質問者)

木村さんに伺いたいんですが、各国の対応計画をご紹介いただきましたが、この計画について、オーストラリアは報告義務があり、今まとめているとおっしゃいましたが、その他の経過・結果に対する総括はどうなっているのか教えてください。

(木村匡氏)

ハワイだと、国の中の計画なので、ホームページで見るとその概要は載っているんですが、細かいところは国内の中の報告書なので実際には公開されていません。ただそれは関係者に問い合わせると実際には概要をシェアしていて、内容を聞くことができるんじゃないかと思います。オーストラリアの場合はこれまでもホームページにこれまでの計画は公開されています。

(質問者)

その総括は？

(木村匡氏)

総括というのは全体のことですか？

(質問者)

はい。一個一個の計画に対してどう進捗して、どういう結果が出たのか。

(木村匡氏)

そこは、ホームページ等では公開されてないです。

(質問者)

そこが一番大事。

(木村匡氏)

その辺は、I C R I なんかで、そういった総括をするという動きが今後出てくるのかなと私は思います。

(司会 岡野隆宏調整官)

ありがとうございました。他にご質問ございますでしょうか。

よろしいですか。それでは次の議題に移りたいと思います。続いては、各行動計画主体からの取組報告ということで、昨年の3月に取りまとめました、サンゴ礁生態系保全行動計画、こちらは環境省だけではなく、各省庁あるいは県が、連携して取り組むことをまとめた計画でございます。こちらの計画の取組主体の方から、取組の御報告をしていただきたいと思っています。まず、環境省の方からでございますが、地球環境局、自然環境局、那覇自然環境事務所とまとめて御報告させていただきたいと思います。

ではよろしく申し上げます。

(藤田道男 室長補佐)

はい。環境省の取組を報告させていただきます。まず、私の方から気候変動に関する取り組みを報告させていただきます。そのあと別の担当者から、具体的な対策の話をさせていただきます。まず、地球温暖化の現状ですが、陸上と海上を合わせた平均気温というのは、こちらにありますとおり、1880年から2012年の間に0.85 上昇しております。これは、最近30年間では更に顕著でありまして、2016年はなんと、世界の平均気温が過去最高を記録したということ、NOAAとNASAが発表しております。では、CO₂の濃度はどうい

う風に変化しているのかということですが、産業革命の前は 280 p p m 程度だったのですが、環境省が打ち上げている「いぶき」という観測衛星で観測したところ、2009 年には約 386 p p m であったところ、ずーっと上がって行って、2015 年の 12 月に 400 p p m を超えたという観測結果になっております。では今後どうなっていくかということですが、この図は I P C C から引用した図です。先ほど、山野さんも似たような図を出されていましたが、こちらは水温、こちらは気温になります。2100 年にどうなるかということですが、厳しい温暖化対策をとらなかった場合には 2.6~4.8 上昇するということになっておりまして、厳しい温暖化対策をとった場合でも、「車は急に止まれない」とことと一緒に、熱慣性というのがございますので、0.3 ~1.7 上昇するということになっております。そこで、気候変動枠組条約の C O P 21 で、御存知とは思いますが、2015 年にパリ協定が採択されました。これは、2020 年以降の温室効果ガス排出削減等にどういう風に取り組んでいくかという国際枠組みですが、京都議定書が先進国だけを対象としていたのとは異なり、全ての国が参加する、公平な合意ということになっています。そして、パリ協定では、「産業革命以前に比べて 2 より十分に低く保つとともに、1.5 に抑える努力をする」ということに言及しております。また、ここにありますとおり、5 年ごとに、世界全体でフォローアップをしましょうというグローバル・ストックテイクという仕組みが新しく盛り込まれております。

では、それに対して政府はどのように取り組んでいるのかということですが、2 つの大きな計画を策定しております、それがこちらにございます「地球温暖化対策計画」と「気候変動の影響への適応計画」という、この 2 つになります。温暖化対策計画は、中期目標として 2030 年度には 26% 温室効果ガスを削減しましょう、また、2050 年には温室効果ガスを 80% 削減しましょう、ということをお述べております。また、世界全体の温室効果ガスの削減のために我が国の優れた技術をいかしましょうということも述べています。さらに、国だけではなくて、地方公共団体の皆様、事業者・国民の皆様といった、皆様の基本的な役割というのを示しております。次に適応計画の方ですが、サンゴ礁であればモニタリングの強化ですとか、気候変動以外のストレスの低減などを始めとした施策を示しております。これらに対応する具体的な取組は、後程説明したいと思っております。政府としては今後、これらの計画に基づきまして、所謂緩和と適応、この 2 つを気候変動の車の両輪として推進する、これが重要だという風に考えております。また、国のみならず、先ほど申し上げたとおり、様々な主体が気候変動の対策を推進していくこと、これが重要であるということです。

そして、適応計画についてもう少し詳しくお話をします。この適応計画には、今後概ね 10 年間における基本的な方向性というものが示されております。また、その分野も多分野に渡っております、サンゴ礁の自然生態系や沿岸域の他、例えば熱中症対策等の「健康」など、様々な分野に渡って施策が挙げられております。また、そういったことを支える基盤的な取組としての調査・研究、監視・観測、所謂モニタリングですね、こういったことにも取り組んでいきたいと思いますということも述べております。そして、基本的な施策の事例がこのスライドに書かれていますが、先ほど申し上げました通り、多分野に渡っているということがよく

分かると思います。サンゴであれば、ここにありますとおり、モニタリングやストレスの低減に取り組んでいくということになっております。次に、環境省が昨夏に、他の省庁と連携して作った気候変動適応情報プラットフォームについて御報告したいと思います。これは、ホームページで気候変動の予測等を見ることができる情報発信ツールになっておりまして、このプラットフォームは、今は日本国内だけですが、2020年までにはアジア太平洋適応情報プラットフォームとしてアジア太平洋地域にまで拡大する予定でございます。このホームページは、皆さんにもぜひご覧いただきたいのですが、例えば「全国・都道府県情報」というページには日本全国の模式図がありまして、沖縄県をクリックすると沖縄県の地図が出てきます。幾つかの設定ができるのですが、ここでは、2100年に自然災害で斜面が崩壊する確率を、温室効果ガスをたくさん排出したシナリオの場合で示しています。このような形で、発生確率が示されております。「現在」に設定して、このシミュレーションとどう発生確率が変わるかをご自宅と比較していただければと思いますが、例えば本部半島で確率が上がることがよく分かります。

では、地方公共団体の皆様はどういう風な取組をされているのかについてですが、地球温暖化対策推進法の中に、地方公共団体実行計画というのがございまして、大きく事務事業編と区域施策編の2つに分かれております。事務事業編は、全ての地方公共団体に策定を義務付けております。例えば、庁舎の省エネといったことを計画するということです。区域施策編は何かというと、これは特例市以上に策定を義務付けているものなのですが、そこに住んでいらっしゃる地域住民や事業者の方が低炭素な製品やサービスを利用するといったように、地域の住民等も含めて計画するということになっております。事務事業編の方は、策定率が現在82.4%、区域施策編は現在97.4%ということで、環境省は、マニュアルを作成して、その策定を支援しております。

では、国民の皆様はどのように気候変動対策に取り組んでいけばよいのか...ということですが、そこでお伝えしたいのがCOOL CHOICEです。COOL CHOICEは低炭素型の製品、サービスなどを選択するという賢明な選択、賢い選択を促そうということであり、このようなマークで現在、PRをしております。私が今着ているこの「かりゆし」ももちろんそうですし、他には、このスライドのとおりです。モンベルさんはアウトドアグッズの会社で、冬山で着るウェアなどを作っておられますが、これがウォームビズに適しているということで、参画しておられます。また、大塚食品さんはクリスタルガイザーのボトルについて、エコボトル、エコキャップという環境負担が少ないものを使用されているということで、COOL CHOICEのマークが使われています。では、国民一人一人はどう取り組んだらよいのだろうかということですが、このMOE萌えキャラが描いてあるチラシが皆様のお手元にあると思います。MOE萌えキャラには、君野イマと君野ミライという者がおります。宅配便の再配達票をたくさんためてしまう、すごく不健全な生活をしている君野イマがおりまして、パラレルワールドからやってきた、エコな生活をしている君野ミライが「それ、駄目じゃないか」と教えたりするというストーリーで、YouTubeの動画で配信したり、アプリを配信し

たりしています。アプリは、皆様のスマホに入れていただきますと、皆様の生活を COOL CHOICE な生活にできるというものになっておりますので、ぜひご覧いただきたいと思っております。

では、サンゴの具体的な取組に関しては、別の担当者から報告いたします。

(山崎麻里 専門官)

自然環境局でサンゴ礁保全の担当者をしている山崎と申します。私の方からはサンゴ礁の行動計画と、それに基づく今の環境省の取組について御紹介させていただきます。なお先ほどからお話に出てきております、行動計画ですが、2016 年度3月に策定いたしまして、この行動計画自体は、海洋基本計画や生物多様性国家戦略のサンゴ礁関係の目標に関する行動計画として位置づけをしております。それをもって愛知目標の達成に貢献していこうということ大きな目的としております。この行動計画は2020年までの目標として、2020年の年度末までに地域社会と結びついたサンゴ礁保全の基盤構築ということを目標としております。ここで、重点的に取り組む3課題というものを位置付けており、1点目は陸域に由来する赤土等の土砂及び栄養塩等への対策の推進、2点目は持続可能なツーリズムの推進、それから3点目は地域の暮らしとサンゴ礁生態系のつながりを再構築していくということ、を重点的に進めていくべき3課題というふうに位置づけをしております。この行動計画ですが、推進主体としては、環境省、関係省庁、地方自治体、日本サンゴ礁学会などが協力して作成したのですが、実施にあたっては、地域の中でより多くの皆さんと協働して取り組んでいくというふうに位置付けております。この計画を、昨年度一年間実施したところですが、フォローアップとしまして、行動計画の推進主体の皆様の情報共有や、取組に関する進捗を確認するために、年に1回ワークショップを実施しております。それから、それに合わせてサンゴ礁の地域でシンポジウムを開催することにしておりまして、昨年度は鹿児島県の喜界島で開催をしたところです。これだけではなく、地域で実際に対策を進めるときに各地域での対策推進の参考事例となるように、地域が主体となったモデル事業の実施もしております。これにつきましては後ほど御説明します。それからこの行動計画ですが、2018年に達成状況の中間評価を行いまして、また終了年には終了時の評価をして、また次の計画を策定する、そういった見直しを重ねていくという予定です。重点課題の1点目の陸域由来の白化対策につきましては、現在、与論島の方でもモデル事業として始めさせていただいております。与論島の今日会場にお越しいただいている海の再生ネットワークよろんの渡辺様ですとか、琉球大学の中野先生、東京農業大学の中西先生、琉球大学の中村先生等にご講演いただいたのですが、この3月に与論島でシンポジウムを開催しております。それから2点目の、持続可能なツーリズムにつきましては、石垣島の米原海岸において適正ルールのモデル事業を開始しているところです。これにつきましては、昨年度の2月に、地域の業者様の皆さんや関係者の皆さんに集まっていたいて、1回目の意見交換を行う検討会を開催したところです。今日お越しいただいている大堀様などに御参加いただいております。

す。それから3点目ですが、地域とのつながりの再構築につきましては、喜界島で実施できればというふうに思っており、先ほどご紹介した昨年度のワークショップの中で、合わせて喜界島のサンゴフェスとして地域の皆さんに幅広く参加してもらえるような、ブースを出すなどのイベントを開催しました。こちらは地元のサンゴ礁科学研究所の山崎様や、WWFと共催という形でさせていただきました。本日いただいた御意見について、地域でのモデル事業の実施や、行動計画に基づくフォローアップに反映できればというふうに思っております。なお、モデル事業につきましては、この行動計画を通じて実施していきたいと思っております。

(藤田和也 石垣自然保護官)

環境省から最後になります。現場の那覇自然環境事務所の取組として、石西礁湖の自然再生について御報告させていただきます。石西礁湖の自然再生協議会は、平成18年2月に設立をしております。現在116の個人・団体・有識者・行政機関等の関係者が参加をしております。会長は本日座長であります、土屋先生に務めていただいております。平成19年には全体構想の策定をしております、これに基づいて関係機関が取組を進めているところです。協議会の開催ですけれども、協議会の下に部会、また4つのワーキンググループを設けまして、地域主導で運営をしているところでございます。本日のテーマである白化につきまして、28年度に那覇自然環境事務所で調査を実施いたしました。石西礁湖の35地点で計3回実施をしております。それぞれの結果につきましては下のグラフの方で示しておりますが、最終的な3回目の調査結果としましては、被度が12%、白化率が91.4%、死亡率70.1%ということで、このような結果が出ております。こちらの結果につきましては、2月19日に開催をしました、第20回の自然再生協議会の方で報告をしております。またこの際には、本日御報告いただいた琉球大学の中村先生を始め、こちらにあります通り、いくつかの分野にまたがって話題提供をいただきました。この時、意見交換をした中でですね、最終的に共有されたこととして、大きく3点ございました。まず、2016年の白化は過去最大の規模であったこと。白化が再び起きることを想定してサンゴの保全を考える必要があること。島民や観光客など多くの人に事実を伝え、それぞれのチャンネルでサンゴへの負荷軽減対策を行うことが必要である。このような点を共有いたしました。この協議会ですけれども、今年は1つ節目の年になっております。全体構想の中で目標を掲げております。1つが30年の長期目標となりまして、もう1つ、10年の短期目標というのを掲げております。この短期目標につきまして、今年がちょうど10年の期間になりますので、この短期目標、サンゴ礁生態系の回復のきざしが見られるようにする。そのために環境負荷を積極的に軽減する。こういった目標につきまして、これまでの取組を評価するとともに、白化が起こることを前提とした個々の対策について検討を進めていくようにしております。最後に、那覇自然環境事務所のサンゴ礁保全の取組としていくつかご紹介をさせていただきます。まず、サンゴ礁のモニタリングとしまして、モニタリングサイト1000の調査でカバーできない項目でですね、

サンゴの群集モニタリングの調査を実施しておりますし、攪乱要因のモニタリングであるとか、観測ブイに設置をしまして水温等のモニタリングなどの実施をしております。また、着床具を用いたサンゴの移植ということで、着床具を海底に設置をしまして、移植できる大きさになるまで海底に置いておいて、成長したサンゴを移植するという事でサンゴの再生を実施をしております。最後に次世代を担う子どもたちへの環境教育ということで、自然ふれあい行事の開催であるとか、小学校の総合学習と連携したサンゴ学習、といったことで、実施をしております。このような取組につきまして今後も皆さんと議論をしながら取組を進めていきたいと考えています。以上で環境省の報告を終わります。

(司会 岡野隆宏調整官)

ありがとうございました。次に農林水産省の方からの取組の報告をお願いいたします。本日大臣官房政策課環境政策室の森係長にお越しいただいております。どうぞよろしく願いいたします。

(農林水産省 森美穂係長)

農林水産省の取組を紹介させていただきたいと思います。農林水産省では、サンゴ礁の生態系保全計画に基づいて、取組を進めています。農林水産業は自然から、その恵みを享受する生産活動ということで、行動計画の中で、先ほど環境省から説明がありましたように、重点事項に沿って以下のような取組を行っております。1つ目が陸域に由来する赤土等の土砂及び栄養塩等への対策の推進の取組として、農地からの流出対策として、水質保全対策事業(耕土流出防止型)と多面的機能支払交付金を活用した取組を行っております。2つ目が生活排水等の処理として、農業集落排水事業を行っております。もう1つの重点事項ですが、地域の暮らしとサンゴ礁生態系のつながりの構築における取組としまして地域主体のサンゴ礁保全対策の支援として、水産庁でやっているものですが、水産多面的機能発揮対策事業を行っております。順番に説明していきたいと思います。水質保全対策事業(耕土流出防止型)という事業ですが、こちらは、沖縄県と奄美群島地域において、浸食を受けやすい特殊土壌が分布しているということで、農用地やその周辺の土壌が流出するのを防止するための整備を行っている事業となっています。こちらは28年度ですが、沖縄県が20地区、鹿児島県では3地区で実施しております。具体的には、その下にあるような、グリーンベルトとか、排水路、沈砂池などを整備しております。こちらが実際の取組の事例ですけれども、石垣市の第3地区ということで、こちらの地区が、石垣島の南東の轟川上流、こちらの、ここの辺りで、農地から耕土が流出して影響を及ぼしているということで、この事業で沈砂池、勾配抑制、植生、排水路、畦畔等を整備することによって、農地対策を実施しております。この対策によって、耕土の流出が減少したという結果が出ておまして、流出量は30%ほど減少したという結果が出ております。先ほども同じような写真があったかと思うのですが、流出していたものについて、沈砂池に土壌を沈めて、外に出ていくのを防止していま

す。また、こうした整備をするだけでなく、事業を契機として、地域活動等も展開しております。これが、「赤土んちゃん」という本らしいんですけども、地域住民の方たちが、こちらは八重山農林高校さんが、賞も受賞しているということですけども、こういう本を作ったりとか、地域の皆さんの前で劇をしたりとかして、取組の広報というか、取組の紹介をしていただいております。次の取組としては多面的機能支払交付金というのがあるのですが、これは平成 25 年度までは、農地・水保全管理支払交付金というもので対応していた取組です。地域の共同で行う地域資源の基礎的な保全活動や地域資源の質的向上を図る活動への支援ということで、先ほど紹介した水質保全対策事業の方がハードの整備を主にやっているのに対して、こちらは、できた設備のメンテナンスとかのソフト事業を支援しているものです。多面的機能支払については、全国が対象となっていて、全国で活動事例があるのでありますが、その中で、赤土の流出防止に資する活動としましては、平成 27 年度については鹿児島県の 4 町 40 組織、沖縄県の 18 市町村 28 組織で実施されております。具体的には 2 つのカテゴリーで取組がされているのですが、農地維持支払というのは、法面の草刈りとか、水路の泥上げとか、基本的な保全活動を行うもので、こちらの方は、農業者だけの組織でも対応可能な取組となっております。こちらの資源向上支払ですけども、こちらは農業者以外の地域の方たちの参加も条件となっておりまして、質的向上を図る共同活動ということで、水路のひび割れを補修したりとか、農道の窪みの補修、また、こういうもの（ため池の外来種駆除）もありますけど、生物調査みたいなものにも使われる項目になっていきます。

具体的な事例を 1 つ取り上げさせていただきますが、こちら、宜野座村の農地・水・環境保全組織というところが行ってくれているものでありまして、この地域が大雨のために土壌が流出して、サンゴの生息地の海が赤色に染まってしまうということで、取組を始めてくれたところです。排水路とか沈砂池の土壌を農地に還元したりとか、それから月桃などを用いたグリーンベルトの植栽管理を行っております。グリーンベルトの管理作業で発生した刈草をチップにして、マルチング材として活用し、またこれによってほ場が保護されて、さらに流失防止につながるような取組もされております。3 つ目の取組として、農業集落排水事業。こちらは生活排水等から海の方に汚染水が流れるのを防ぐために集落排水施設などの整備を通じて陸からの水質負荷低減の取組をしております。平成 27 年度までに全国で 5,100 施設ほどが作られて、使用されているのですが、平成 27 年度については全国約 220 箇所未整備地域の整備や老朽化施設の更新整備などが実施されております。整備前はこうした汚染水が流れていたところが、こうした、生き物が捕れるようなきれいな水路に変わる、といった事業になっております。最後に水産多面的機能発揮対策事業は、これは水産庁の方から、地域の方で地域協議会を作っていただいて、こちらに交付しているような取組になっております。サンゴ礁の保全として、種苗の生産、サンゴの移植、食害生物オニヒトデの除去など、そういった取組、またモニタリング調査なんかも行っております。28 年度はこの事業によって、高知県が 2 件、鹿児島県 2 件・沖縄県 8 件等で実施されております。

す。取組事例2つ紹介させていただきますね。1つ目が石垣市サンゴ礁保全対策活動組織ということで、オニヒトデの駆除を中心にされております。取組事例の2つ目の方ですけれども、伊江島海の会の方で、こちら試験礁があるのですが、そちら水産庁の事業で設置しているものですが、ここから切り出しをして、断片化したサンゴを移植用プレートに取付け、メンバーの方が海中に移植しています。この事業を使って取り組まれている活動事例として、午後からの御報告の中でも恩納村での取組について御説明があると伺っています。農林水産省としては引き続きこうした活動を支援して行動計画の取組を進めてまいりたいと思っております。ご清聴ありがとうございました。

(司会 岡野隆宏調整官)

ありがとうございました。続きまして沖縄県からの御報告をお願いしたいと思います。沖縄県の金城課長からよろしくお願いたします。

(金城賢 課長)

皆さんこんにちは。沖縄県環境部自然保護課の金城と申します。私からは、サンゴ礁生態系保全行動計画における沖縄県の取組について御報告したいと思います。こちらは、環境省が作成をしたサンゴ礁生態系保全行動計画 2016-2020 において沖縄県が取り組む事項として記載されている内容をまとめたものです。本日はこの中から陸域に由来する赤土等の土砂及び栄養塩等への対策の推進における取組の中から、沖縄県赤土等流出防止対策基本計画等と沖縄汚水再生ちゅら水プランについて、「サンゴ礁生態系における持続可能なツーリズムの推進」における取組の中から、環境保全型自然体験活動の推進について、「地域の暮らしとサンゴ礁生態系のつながりの構築」における取組の中から、サンゴ礁保全活動支援事業について御報告したいと思います。沖縄県では、赤土等の流出量及び、それに伴う環境への影響と課題を踏まえ、海域に環境保全目標、陸域に流出削減目標をそれぞれに設定し、赤土等の流出防止対策を総合的、計画的に推進していくことを目的とし、沖縄県赤土等流出防止対策基本計画を策定しております。本計画は沖縄 21 世紀ビジョンを推進する計画としての役割のほか、第 2 次沖縄県環境基本計画の基本目標の 1 つであり、環境への負荷の少ない循環型社会づくりを達成するために必要な計画としても位置付けられています。なお、流出削減目標の達成状況については、平成 28 年度(昨年度) 流出量の調査を実施しておりますため現在資料を取りまとめているところであります。沖縄県赤土等流出防止対策基本計画の推進体制について御説明します。本計画は沖縄県全体で取り組むことを基本としておりますが、特に環境部、農林水産部、土木建築部を中心にスライドにありますような政策を展開しております。環境部は関係部局との連携を図り、モニタリングによる対策効果の評価、計画、対策の見直し等を行っております。また、関係部局と共に、市町村等が実施する対策への支援を行っております。環境部としては、後程、衛生環境研究所から報告のあるモニタリングを始め、次世代への環境教育に取り組んでおり、また、条例の運用による、開発現

場対策も継続しております。沖縄汚水再生ちゅら水プランについてですが、このプランは、県と市町村が連携し、処理区域、整備手法及び整備スケジュールの設定を行い、下水道や農業・漁業集落排水施設、浄化槽など各種汚水処理施設の整備を計画的、効率的に進めるための指針として、平成 22 年度に策定され、平成 28 年度に見直しが行われています。平成 25 年度の普及率は、当初の計画の整備目標が 83% でしたが、これを上回っております。今後普及率を平成 37 年度に約 95.4%、平成 47 年度に 100% とすることを目標としております。保全利用協定について御説明します。保全利用協定とは、事業者間で自主的に策定・締結するルールの中で、沖縄振興特別措置法にも盛り込まれている法的な制度であります。保全と利用、双方のバランスをとりながら、次世代に豊かな自然・文化を継承し、同時に観光産業の持続的な発展を図る制度となっています。平成 29 年 4 月現在、6 地区で協定が締結されておりまして、サンゴに関するものにつきましては、白保サンゴ礁地区、謝名瀬地区の 2 地区となっております。次に当課が実施しました、サンゴ礁保全再生事業について御説明します。この事業は平成 22 年度から平成 28 年度までの 7 年間、実施をしております。サンゴ礁再生手法の確立や地域のサンゴ礁保全活動を支援することにより、豊かなサンゴ礁生態系の保全・再生を目的としております。主な事業内容としましては、1 つ目として、サンゴ礁再生に関する調査研究では、サンゴの遺伝子解析等の研究や、有性生殖法によるサンゴ種苗の大量生産技術の開発、サンゴ種苗の中間育成技術の開発等を行いました。2 つ目のサンゴ礁再生実証試験におきましては、有性生殖法や無性生殖法による種苗の植付を行っております。サンゴ礁保全活動支援では、地域のサンゴ礁保全活動を支援する、ということを行っております。主な成果でございますが、サンゴ礁再生に関する調査研究においては、サンゴの個体識別を可能とするマイクロサテライトマーカーの開発や、タカセガイ育成礁を利用した中間育成技術の開発による、サンゴ種苗の生残率の向上、有性生殖法によるサンゴ種苗の大量生産等が挙げられます。サンゴ礁再生実証試験においては、約 15 万本のサンゴ種苗を、再生実証海域である、恩納、読谷、慶良間海域の約 3.42 ha に植付をしています。このような大規模な植付は世界初となっております。サンゴ礁保全活動支援におきましては、県内ののべ 76 団体へ補助金を交付し、ボランティア団体等によるサンゴ礁保全活動を支援しております。活動の主なものとしては、海の環境学習会、海中清掃活動、オニヒトデの駆除等がありました。この事業成果については、国内外の学会誌等への論文の投稿やサンゴ礁学会等での発表、さらには県内各地でシンポジウムを開催するなど、県民への事業成果の発信に努めております。一方、サンゴ礁保全再生事業を実施していく中でいくつかの課題が出てきました。1 つ目には、サンゴ種苗の植付にはコストがかかるということです。無性生殖法で 1 本あたり 2,000 円、有性生殖法で 1 本あたり 2,700 円～3,500 円を要しており、実用化するためにはコストをもっと抑える必要があります。2 つ目に高海水温等の影響による大規模白化現象により中間育成中のサンゴ種苗や植付けたサンゴに大きな被害が発生したため、サンゴの白化対策が必要であるということ。3 つ目に地域で継続したサンゴ礁保全活動を行う体制の構築が挙げられます。これらの課題を解決するため、平成 29 年度、

今年度から五カ年計画で、新たにサンゴ礁保全再生地域モデル事業を実施していきます。この事業では、サンゴ種苗の植付費用の低コスト化やサンゴの白化対策技術の開発、それから再生されたサンゴ礁の海域生態系影響調査等を実施する予定です。また、サンゴ種苗の生産や植付、環境保全活動、環境教育等のサンゴ礁保全・再生対策を関係団体が連携し補助金等がなくても自立的に実施できる地域モデルを構築し、全県的に普及・啓発していきたいと考えております。駆け足となりましたけれども、沖縄県からの報告を終わりにします。ご清聴ありがとうございました。

(司会 岡野隆宏調整官)

ありがとうございました。それでは、取組主体の御報告の最後になりますが、日本サンゴ礁学会サンゴ礁保全委員会から、中野委員長に御報告をお願いいたしたいと思っております。それではよろしくお願いいたします。

(中野義勝氏)

今、司会の方からご案内ありましたけれども、色々考えているうちに時間切れになってしまってハンドアウトがありませんが、必要でしたら PDF で、事務局あるいは私から直接お渡ししますので、ご請求ください。報告時間が限られていますので、サンゴ礁保全委員会が過去に何をやってきたかは割愛しますが、今までの活動を通じて、これから何をすることが一番大事だというふうに考えています。その理由は、去年の白化がある閾値を超えたと認識しているからです。このため、これから各方面に提案していくつもりですが、「サンゴの白化」はぜひ、自然災害指定していただきたいということです。これは、「とてもではないけど無理です」と言われましたけれども、少なくとも、熱中症に倣ったような対応が今後求められるだろうと思っています。昨年の白化に伴う死亡被害を見ていると、既に災害現場に立っているという認識を私は持っています。これは、トリアージが必要な段階にきているということです。トリアージというのは、選択と集中です。どこで何を、いつだれがやるか、具体的に対応していかなければいけないということを少しお話しします。ここに、白化について何を委員会で取り組んできたかというのを単にお示ししますが、世界規模の初めての白化を 98 年に我々は体験しました。その時に、先ほど土屋先生の方からありましたけれども、当時の大会でシンポジウムを開催しました。その後それを我々の学会誌に掲載いたしました。第 2 回目の白化がいつからいつかというのは意見が分かれるんですが、2007 年から 13 年、14 年にかけて白化が起こりました。この時は委員会がもう既に機能しておりましたので、保全委員会のところで総括をし、これを公開いたしました。これは学会のホームページから取ることができます。ただし、この時にはまだ、警鐘を鳴らすという段階で、具体的な提案には至っていません。今回の第 3 回目の白化を受けて、昨年のサンゴ礁学会で自由集会を行い、総括をしたところです。その中身ですが、様々な角度から事例報告をしていただきました。環境省の行った緊急のモニタリングの結果、それから山野さんに様々な解析、情報収集につい

て報告いただきました。学会員は半分以上が自然科学者で構成されていますのでどうしても基礎に偏りがちです。自然に対してどう考え・振る舞うかといった応用の部分が弱いのです。そうした中でも、会員の三分の一近くは現場で保全や普及啓発に関わる、学識経験のない方にも入っていただいています。そういう人たちに寄り添う形でも保全委員会は活動してきて、今回の自由集会でも現場の声を聞きました。そうしますと、この後報告があると思うのですが、エコツアーなどをやっている、白化によってサンゴの死んでいく被害の現場で、子どもたちに将来の説明のしようがありませんという悲鳴が聞こえました。さらに WWF のサンゴ村ではそういうものを様々に発信しているんですが、発信だけでいいんですかというふうなお話もありました。先ほど中村さんの報告にありましたけれども、既に石西礁湖では、サンゴの群集組成の変性が始まっています。これはもっと前から始まっていることですが、ミドリイシ類が減少して優占種が入れ替わるといった報告がありました。その他には養殖現場から、1つは、恩納村漁協の取組、これもあとで報告されるかと思います。それから金城さんの取組と言った具合に、こういう現場の声を報告していただきました。総括もまとめて出していればよかったのですが、すみません、この後すぐ出せるようにしたいと思います。その中でどう考えるかということで、いくつか、こちらに出しました。高水温が白化の主な原因であることは明らかで、二次的には色々な要因が複合的に関わっていることが考えられます。ただ、白化のメカニズム、いわゆる病理の部分ですが、白化という症状を引き起こす病理については理解が進んでいますけども、残念ながらそれがすぐ現場の対応に応用できないという痛みがあります。被害は今ミドリイシ類で顕著であるということと、被害を直接止めする方法がないと言うことをここでは共有しておきたいと思います。現状では各地でミドリイシの被害速度が回復速度を上回りつつあると考えています。ミドリイシというのは、ご存知のようにサンゴ群集の中で、非常に大きなウェイトを占めるグループです。ここを失いつつあるということです。さらに、先島でそんな被害が顕著である。今言ったように、群集組成と分布パターンの変化が進行しつつあるというコンセンサスのデータが既にあると思います。これをまとめたいのですが、それを基に少しご提案、あるいは被害の捉え方と対応を御説明したいです。サンゴ礁のモニタリングには2つの大きな主流の調査法があります。1つは県や国の事業で実施されたマンタ法で、広域の状況を短時間に調査して網羅的に理解することが可能な方法になります。もう一方は一点をつぶさに見るスポット調査法です。ベルトトランゼクトもある意味このスポット調査、点を見るということでは共通しています。スポットチェックの利点は様々なサンゴ礁地形をそれぞれの底質に応じてそれぞれの群集ごとに評価可能なんですね。全体を概観した後、詳細を検討するためには、この両方の方法はどちらも重要なのですが、全体を概観したところで、サンゴが大変だで我々は20年やってきたんですが、大変なのはサンゴ、守るべきはサンゴなのか、それとも多様なのかと言った議論が置き去りにされてきました。詳細を検討すると、実はミドリイシが大変なわけで、もっと言いますと、第一に目標として守べきなのは多様性の部分なんです、サンゴと言った漠然としたものだけ守ってもしようがないんですね。先ほど、実

はものすごくたくさんのサンゴ種があるといったのは、それぞれが、ものすごくたくさんの habitat、生息場所の属性に応じて生息しています。こういうものの見方は実は陸上でもう既に出されていて、植物社会学、いわゆる森林などでの植生の保護ではこういうものの見方をして取り組んでいます。サンゴ礁でもこういうものの見方が必要だという事態になっています。つまりどこの島の、どのようなサンゴ礁地形の、どういう底質に形成されている、どういう種組成のサンゴ群集かによって対応が変わるということです。これは植生調査票のまとめ方に倣ったサンゴ群集の整理の一例です。県の事業で沖縄島のスポット調査が160点あるところを、ぱっと拾ってみました。これだけの生息場所の属性についてまとめられました。半分以上の調査点は実は礁原の礁池いわゆる遮蔽的な環境の部分で行われていることがわかります。そしてこれが種によって、これらの属性によって出現の仕方が違う、という基本的な植物社会学、植生の群落分布の把握のための第一歩なんですね。こういうところで、何をすべきかを我々は今後検討しなきゃいけない。つまり、今日を限りに、「サンゴは」という大雑把な言い方をやめようと。どこのどういったミドリイシあるいはその他の種について考えようということです。これをしないといつまでも失われていくサンゴ礁の多様性の変性についていけません。これはその一例です。僕が沖縄に来たころの黒島のキャングチですが、ここにはミドリイシ、*Acropora pulchra* の優占する群落がありました。枝の分岐から先までの長さが数メートルを超える巨大な群体が群落を作っていました。今はありません。今どうなっているのかというと、これはAsという種類に変化した。これは非常に背の低い藪状の群落を作ります。あるいはこういった裸の土地になってきている。一か所取ってもこれだけの変化がある。ここをどうしますか、となったときに必要なのが当事者意識です。災害の現場、事故の現場で一番大事なものはトリアージともう1つは、だれが何をすべきかを、「あなた、警察に電話してください。あなた、救急車読んでください。あなた、AED 持ってきてください。」と言った具合に、役割をそれぞれに明確にする。これができないと災害の現場では対応ができないということになります。これは、もう1つの例です。瀬底島で10年データを取っていましたが、瀬底島の礁池の中ではもう既にサンゴが回復しないということがわかりました。それはミドリイシ群落が白化によって喪失した後、回復しないのですが、なぜかという、浅い礁池では一旦サンゴ群集の構造が失われると海底の砂礫が荒天時に広範に動いて漂砂となり、成長途中の小型群体がすれたり埋もれたりして死亡してしまう「砂漠化」が起こる。これはサンゴ礁の裾礁の発達とサンゴ群集の遷移の様子を示していますが、サンゴ礁の発達につれて形成される遮蔽環境に適した構造の群集が形成され、この群集は礁池の完成と共に遺存して独自の再生産をしながらいずれは消滅する。この遷移が白化による大量死の被害を機に加速されたと考えられます。サンゴ礁の発達と群集遷移は歴史であると同時に、ここに示すどのような段階も、沖縄の各地で存在するという事です。そうすると、マンタ法で調査したサンゴ礁の前面にあたる礁斜面では、仮にコリンボース状のミドリイシと言いますが、こういった種が常に活発に再生します。ところが、この礁池の中に取り残された形で再生産をしている樹枝状のミドリイシの群落は大変

再生力が低いことが分かる。しかも死ぬと砂が動き始めて、砂漠と同じ現象が起こって、他の種も含めて次の段階の再生が叶わない。再生力が場所によって雲泥の差があることが分かってきました。こういうことに一個一個きめ細かく今後対応していくということが必要だということです。そのためには、こういった形で小さいですが、いくつかの提案を今後考えていくわけですが、1つは先ほど木村さんから国際的な取り組みの紹介がありました。色々なタイプの提案があります。多分沖縄に近いのはハワイ型だと思います。ハワイ型の保全。ハワイは実は4種しかミドリイシが分布していません。今後ミドリイシを失っていくであろう沖縄のサンゴ礁の多様性を保全するためには、ミドリイシがいない状態でサンゴ礁の多様性をどう保全できるかを考えるべきでしょう。さらには、白化の被害の出ていないサンゴ種から構成される群集をどのように保護し、水産や観光のそれぞれのセクションで活用してゆくか。それからもう1つ前半で出されましたが、様々な今後、養殖現場の技術的な提案がありました。どの技術をいつ処方するか、これも大事なことです。そのためには何が大事か、なぜ災害指定したいかという始めの話になりますが、予報が必要だからです。NOAAの予報を翻訳して広報してでも何でもいいです、第一歩は。その予報を基に、先ほど言いました「今年は白化があります」と。じゃあ、うちはこれを用意しておこうかということ、現場現場に委ねることが大事ですし、そのために、実は養殖も積極的にやらないと。そのためには、養殖にかかわる水産セクションの特別採捕許可のあり方の検討もさらに必要になるでしょう。そういうことがまとめられるかと思って、今総括を作っています。以上です。

(司会 岡野隆宏調整官)

中野委員長、どうもありがとうございました。以上で行動計画推進主体からの取組報告とさせていただきます。ここで、お昼の休憩に入らせていただきたいと思います。

(司会 岡野隆宏調整官)

それでは午後の部を開催させていただきます。まずは有識者からの白化への具体的な対策に関する報告ということで、8名の皆様から御報告をいただこうと思っております。ここからは、今回の座長をお願いしております、琉球大学名誉教授の土屋先生に進行の方をお願いしたいと思います。どうぞ宜しくお願いいたします。

(土屋誠氏)

それでは午後の部を始めさせていただきます。既に、色々な御報告のなかでサンゴの白化に関する問題点が整理されてきました。また、サンゴ礁そのものの、重要性をもっと認識しろという意見もありました。今日の議論の結果、緊急宣言として、なにかの提案をしたい、という希望があって、最初から、結論ありきのような答えになっていますが、決してそうではなくて、これからの議論で色々いいものをまとめていきたいと思っておりますので、活発

な討議をお願いいたします。

私たちはサンゴ礁から、いや自然から、色々な恵みをいただきながら暮らしてきました。最近では、そのいただいている恵みに対して、なにかお返しをしなければならないという議論も世界中で行われております。私たちの生活だって何かいただいたらお返しをするじゃないですか。それで、言葉としては生態系サービスへの支払いという言葉が使われているのですけれども、最近では、支払い、恩返しをするのではなくて、しっぺ返しをするようなことをいっばいしてしまっている。そのひとつが白化現象に表れているのかもしれませんが。そうではなくて、これからは、こんなことをすれば、サンゴ礁は回復していくのだ、これは良い対策だとみんなが納得できるような議論をして、宣言文に盛り込むことができればと思いますので皆様の発表を楽しみにしております。あらかじめ発表される方には、最後に、ご自分の立場から白化対策とはどんなものかということを定義いただきたいというお願いもしております。それらを勉強しながら、次に進めたいと思いますので、よろしく申し上げます。最初に沖縄県の金城さんから「陸域からの負荷について」ご発表いただきます。よろしく申し上げます。

(金城孝一氏)

御紹介いただきありがとうございます。私は沖縄県衛生環境研究所の金城と申します。本日は、白化というと、高水温ということなんですけれども、私からの方は、陸からの入ってくるごみ、ここでは赤土と栄養塩ということで、わたくしどもが、取り組んできました内容について御紹介していきたいと思っております。サンゴ礁を取り巻く脅威ということで、本県のサンゴ礁というのは、陸域に接した裾礁タイプが多く存在しております。市街地から、生活排水や畜舎排水、農地からの赤土流出に伴う化学肥料の流出などによって、サンゴ礁内の栄養濃度や、赤土に伴う濁度が上昇しやすいため、貧栄養を好むようなサンゴというものには影響を及ぼしていると指摘されております。具体的には、一例を、色々なメカニズムがあるとは思いますが、一例では赤土が入ってくると、堆積して、埋没、そのあいだに白化、というのがあられるかもしれません。窒息死をしてしまう。で、濁りが発生した原因で、光が届かなくなって、白化がおこって、そのまま死んでしまうようなプロセスがあるかもしれません。

栄養面に関しては海藻類が繁茂してサンゴ生息範囲が減少してしまうこと、また、植物のプランクトンが増加することによって、濁りの発生同様に濁りがあがって、光が届かなくなって、白化が起きやすくなるということが報告されております。具体的に赤土と栄養塩に関して、ちょっとトピックを分けて、これから御紹介させていただきます。

左側は赤土が流れていない時の平常時の写真、右側は赤土、降雨が伴った時、赤土が流れた時は、どうなっているのかというのを、沖縄県北部にあります大宜味村のほうの写真を並べてみました。一目瞭然としてきれいな水が流れてきている状況が、赤い濁った水が赤土を含んで濁らせて海域に流れこんでいる状況が分かるかと思っております。海の方をまた見てみますと赤土が入っていない海域というのは豊かでサンゴ礁の生態系は健全になりますという

状況、そして底質・砂場のところを見ましても思い切りかき混ぜても濁りがやっとでくるような状況であります。しかしながら赤土が流入してきたような海域になりますと右に示しましたように濁りが遠くからでも何が写っているか分かりづらい状況で、ちょっと手ではたいただけでも濁りが出てくるような状況になります。そこに生息するサンゴがどのような状況だったかという、濁りが多かったせいで白化してしまったり、ハマサンゴでは、粘液を出して一生懸命、被った砂を取り出そうとしている状況。その後にはもう、まったくもう、へばりついてしまってほとんど死んでしまったようなサンゴが見受けられます。

私ども衛生環境研究所では、このような赤土の堆積した状況、まあ海の方の堆積状況を把握するために、SPSSと呼んでいる、底質中懸濁物質含量という方法を用いまして、赤土の堆積量を把握しています。ここから経験的に得られた結果を少しご紹介しますとSPSSというのは海底の堆積量の目安で、1から8まで、ランク5が5aと5bの2つにわかれていますため、9つのランクで表現されます。サンゴ礁の生態域を保全するために、必要なランクとしましては、経験的に、ランク5A、30よりも少ない状況にすることが望ましいと提言しております。逆に、ランク6、50よりもSPSSが高いところでは、明らかに人為的な赤土流出があったと考察しております。

私ども衛生環境研究所と、沖縄県の環境保全課が協力しまして、沖縄県内に約100から110点程度の、この通り示すような定点を設けております。

ほとんどのところでは5年に1回、または、それ以上の少ない頻度でやっていますがこの中でも12点ほどでは、1996年からモニタリングを続けております。

上に示しておりますのは、モニタリング地点における、サンゴの被度の経年変化でございます。過去の白化現象が起こったような年代では平均的なものですが、下がっているところが1998年と99年、2001年や2007年程度のところで白化の現象に伴う被度の低下が見られます。しかしながら2010年を超えたところから、顕著に、ゆるやかではございますが、サンゴの上昇がみられたところですが、昨年、2016年の結果を速報値として利用しますと、平均的にサンゴは低下をしていると。ただ、大きな、サンゴ被度の大幅な低下っていうのは石垣島と沖縄諸島だけでした。

その時の赤土の堆積状況をランクごとにわけたグラフでは、ほとんどが雨の量に依存しまして、赤土が堆積しやすかったり堆積しにくかったりする状況が見受けられますが、この近年におきましては、同じような雨が、強い雨が降っても、ランク6以上、人為的な赤土の堆積がみられるランクっていうものは、そこまで上がってこなくなった、ということが見受けられますため、陸地での赤土対策というのが近年進んできているのではないかと考察しております。

また、今年度の水温の変化、本島の北部と石垣島の水温を、白化が起こるのではないかとということで、2年ほど前から水温を定点観測していますが石垣島では顕著に30度を超える日数が長かったのに対して本島北部では30度を超える頃があったけれども、最低、夜間で

は30度を下回る期間が多かったために、この被度の低下というのは、赤土というよりは水温の影響を強く受けたものだといふところ考察しております。赤土の流出量、これまではどうだったかということをご紹介しますと本県では、赤土等流出防止条例が平成7年に施行しておりますが、その施行前の平成5年と、平成13年、23年度の3期間にわたって、赤土の流出量をUSLEという、流亡予測式に基づいて予測、推定を実施しています。

沖縄県全体でいいますと、条例施行前の52万トンから、平成23年では約30万トンに減少しており、赤土対策は非常に進んでいるということが分かってきましたが、その大幅な減少の要因としましては条例の規制対象になる、開発事業からの流出の低下というものが大きく寄与してしまっていて、農地からの流出量が32万トンから約26万トンに減少していますが、まだまだ削減の努力が必要かと考えています。

同じようなことで、農地からの占める割合というものが、23年度では約86%占めていることから、農地からの赤土流出防止をどのように進めていくかということが課題となっております。

そのため本県では赤土等流出防止対策基本計画、先ほど、自然保護課の金城課長からも御報告があった通りですが、さらに基本計画を策定しております。

この計画期間は平成33年までで、大きな目標を4つ掲げていますが、重点対策地域、どこからまずやるのか、どれくらい抑えるのか、ということ、下の方に書いていますが、まずは優先的に赤土等流出防止対策を行えばよいのか、ということと、流出をどこまで削減したらいいのか、ということが、基本計画には掲げられています。

海の方、どこを優先的に見るのかということ、22の重点海域ということを設定しております。それがこのスライドにおけます、赤いところのエリア、本島の方では、今帰仁村や本部町の流域、宜野座村の流域、ここOISTもあります恩納村の海域とかも含めまして全県的に22の重点監視海域を設けて毎年調査を行っています。

このような結果は毎年調査報告書として公表されることになっておりますので、ちょっと古いデータですが、このようなかたちで毎年、海域がどのようなSPSS、赤土堆積の状況だったかということ公表しております。

陸の方で、いわゆる、対策を、一例をきちんと紹介しますと、OISTの近くでの工事をされていましたが、ブルーシートを敷くとかですね、赤土の発生源をいかに防ぐか、赤土がむき出しになった状態をいかに抑えるか、ということと、いかに、沈澱池のような対策へ導くか、ということを考えている現状です。

加えまして、農地の方では、同じように、ハード対策、土木工事を伴うような工事で、勾配修正や沈砂池、排水路の整備、斜面長を短くする等の工事が行われています。

一方で、ハード対策だけでは、目標削減量を達成できないために、重要なカギになってくるのは、ソフト対策、営農的な対策が必要だと、考えております。その中で行われているのが、敷草をするようなマルチングや、畑面植生、緑肥となるような植物を植えるような、クロタラリア、ソルゴー等の植え付け、畝の方向を立て畝、傾斜に沿ったものではなくて傾斜

に垂直にするような畝立をすることでの流出量が抑えられることになります。

また、ゲットウやハイビスカス、ベチバーといった植生帯を畑の周りに植えることで、大きく流出量が減るということが分かっていますので、その対策を講じて、赤土流出量を効率的におさえていくことを本県沖縄県全域でされているところです。

続きまして、ここまでが赤土の流出に関するところで、ここからは栄養塩に関することを、私ども当所で行っている調査の結果を一部ご紹介させていただきたいと思います。

栄養塩に関して、どんなことでやっているのかということをご紹介すると、サンゴ礁の中では、栄養塩からのストレスがかかっているだろうという仮定の基に、栄養塩からのストレスを抑えなければいけない、沿岸域の水質の環境を良好に保つためには、赤土で示したような感じで、目標となるような値、水質指針値というもの、設定が必要だろうと考えています。水質を定期的にモニタリングすることで、今後の目標値となるよう、指針値を超えることがあれば、サンゴ礁海域に隣接する流域から、流出源を特定して、適切に管理してもらうように、指導なり促すことができるかと考えています。

ただ、全くないわけではなくてですね、海域の水質基準として、全国規模になってしましますが環境基準というものが定められています。ただ、環境基準というもの 類型をサンゴ礁の、沖縄県のところでどうだろうということで、試しに全部測ってみてもほとんどの地点で基準を達成している、ということでおそらく、最も厳しい 類型を当てはめたとしてもまだまだサンゴ礁の保全をするための水質にはちょっと足りないんじゃないかなということで、進めています。

沖縄本島、宮古島、久米島、石垣島等々の全国色々な島々でモニタリングをして、どんなような状況かということ把握している状況です。少し前の結果なんですが、横軸に、全窒素と呼ばれる窒素群を測ったもの、縦軸に、被度を表したものをプロットしています。そうすると見て分かる、先ほど申したとおり、環境基準である 類型 類型というところが、河口の本当にひどいところ、河口域とかのところ、多少高くなることはありますが、これよりも下のところになっている。しかも低いところでは、サンゴ礁は健全だけれども、栄養塩が高いところでは、被度が高いところは見受けられませんでした。

この境界付近がサンゴの栄養塩だけが寄与しているものと仮定することで、この閾値、境界を直線で結んでみました。そこで、どこを目標値にするのかということで検討したんですが、ひとつスポットチェック法で、サンゴ被度が 50%以上で良と判断をする、ということ引用しまして、50%、を保つためにはどうしたらいいのかな、というところで線を引いたところ、全窒素で 0.08mg / L 程度がいいのではないかとということが、今のところの結果ではここまで分かっています。

同じように、全リンや濁度や水平透明度で同じようにやっていくと全リンでは 0.01mg / L 、濁度では 0.31 度で、水平の透明度では 9m だった、ということが、プロットから得られた、今までの結果から得られた、調査結果となります。

まとめると、同じような感じになるわけで、大方、環境基準の 類型という一番厳しい値

の約半分くらいが栄養塩ではひとつの目安になるんじゃないかと考えています。

これから私どもがやらなければいけないなと思っているミッションのひとつとしては、やはり一番大事なところでは、調査研究、モニタリングを継続して、今何が起きているのかということ、実際私どもが調べなければいけない、ということと、まだ調査が足りない水質目標値、赤土では SPSS で約 30 より下ということで示していますが、それ以外の水質についても提示しなければいけないと考えています。

もっと自信をもって提示することができたら、その値に頑張ってもらって皆さん取り組みましょうね、ということで地元住民への啓発や、県などの行政機関に協力を要請して、この値を使って何か指導や管理ができないかということをお願いする、ということをやっていきたくしこれからもやっていかなきゃいけないかなというふうに自分に言い聞かせているところでございます。

ご清聴ありがとうございました。

(土屋誠氏)

どうもありがとうございました。陸域から流れ込んで、サンゴ、あるいはサンゴ礁に悪い影響を及ぼす赤土、あるいは栄養塩についてのお話で、水質の目標値を作って頑張っていこうというご提案をいただきました。色々ご質問を受けたいところですけども、時間の関係もありますので、ご質問はお手元のアンケート用紙、あるいはその他の紙にお書きいただいて、後ほど集めさせていただき、それを総合討議のところでは生かしたいと思っておりますので、どうぞよろしく願いいたします。休憩時間等で係の者が集めに参ります。金城さんどうもありがとうございました。

二つ目のご発表をいただきます。中野さん金城さんお二人に「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」について、御発表いただきます。どうぞよろしく願いします。

(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。よろしく願いします。

与論島は面積 21km² 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崎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⁻¹)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。よろしく申し上げます。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っております。よろしく申し上げます。私たち糸満市でも農業者の高齢化と後継者不足で、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の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年間の豊作を願い、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いをして、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SBP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、JA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、提案していただいて、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JA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なりました。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こうという意識を高め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地域住民とのつながりを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(NS²BP)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ようになると思います。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。

(土屋誠氏)

ありがとうございました。与論島ではリンや窒素が海域にどう流れるかということ、土

地利用を、考えさせた大変興味深いお話を伺いました。また糸満で、様々な皆さんが連携して活動しておられる様子もご紹介いただきました。どうもありがとうございました。

もうひとつ、陸域からの影響についてご発表をお願いいたします。東京農業大学の中西さんから、お願いします。

(中西康博氏)

どうも御紹介ありがとうございます。東京農業大学の中西と申します。私は今日は「サンゴ礁生態系に及ぼす陸由来物質の影響」というタイトルと、- とくに化学肥料による富栄養化と酸性化 - というサブタイトルにより、内容としては、いわゆるサンゴの島という地域においては、地下水とサンゴ礁海域が人間環境の影響を受けやすい、つまり汚染されやすいという性格についてまず御報告して、そのなかでその汚染には、沖縄の基幹作物であるサトウキビの栽培において不適切な時期に施肥されていることから窒素が地下水に流れていって最終的にサンゴ礁にいくという風なプロセスがあることについてお話ししたいと思います。もうひとつは、そのようなプロセスでサンゴの島の地下水は富栄養化してしまいやすい結果、サンゴ礁海域の富栄養化と、さらに酸性化が促進されやすい、という事象をお話ししたいと思います。

これ、あまり見慣れない図だと思いますがこれは地質図です。このうち白っぽいところで、示されているところが、いわゆる低島と呼ばれている島になって、特徴的には地形が非常に平坦であるということです。例えば、この赤で示しました鹿児島県の喜界島、与論島、それから沖縄島の南部、久米島、宮古諸島、石垣の南部、そういったところがいわゆる低島、あるいは低島地域、という風に呼ばれるところですがけれども、そういった地域では土地利用やあるいは人口の密度が非常に高くなっています。その結果、人間環境による栄養物質が高負荷化されており、それが地下水汚染を引き起こして、地下水が最終的に流出するサンゴ礁海域を富栄養化する、あるいは汚染するといった流れのお話です。

この表に、高島低島によって耕地率と人口密度の違いを、データは少し少ないんですけども、示しました。さきほどの図で赤で示したのが所謂低島で、鹿児島県の喜界島、宮古島、沖縄、これご覧いただきますと、高島に比べると非常に耕地率が高くなっている、奄美大島の人口密度は高島でも結構高いんですけども、低島である二つの島は高島に比べ高くなっているという側面があります。それからこれは土地利用を示した図ですけども、宮古島の森林率はわずか 15%になっている。オーストラリアは砂漠の国というイメージがあると思うんですけども、そのオーストラリアでさえ、森林率は 18%であるということからしても、15%という数字は非常に低い。それは対照的に、広域的に島の土地開発が進展している結果であると考えられると。一方、平らなところですから河川は発達しないですけども、例えば宮古島では地下水が非常に豊富に貯留されます。

これは宮古島の典型的な地質断面ですが、いわゆる石灰岩、それとクチャとよばれる泥岩層との単純な二層構造をしています。石灰岩層は非常に水を通しやすいのに対して、泥岩層

は通しにくいことから、雨水は石灰岩層までは浸透するものの、その下には行きにくいので、石灰岩層に貯留されて、宮古島のペースですと、降水量の4割が地下水として貯留される。これは非常に貴重な水道原水になっている。ところが、こういった地下水はいわゆる地下水の集水域と生活空間が全く同一になっているので、住民の生活によって、地下水水質が影響されやすい、地下水が汚染されやすいという、状況でもあります。

事実、この図は、宮古島における地下水の硝酸態窒素濃度の推移を示しています。この1966年、これは琉球政府時代ですけれども、平均値が 2 mgL^{-1} 、ぐらいたったのが、その25年後には8ミリぐらい、4倍、ということが分かります。宮古島の場合は対策したおかげで減少傾向にあるのですけれども、石垣との中間にある非常に平らな多良間島で地下水の窒素を計測した結果、ちょっとデータが古いですけれども、中心地域は 10 mgL^{-1} です。島の外縁に行くにしたがって低下していますが、これは海水による希釈が影響しているので、全域的に負荷量は10ぐらいであると考えていいです。

これは鹿児島県、喜界島の事例です。縦軸は地下水の硝酸態窒素濃度ですけれども、今青で示したところは、これがいわゆる自然条件に近いところ、ここの濃度はだいたい $1\sim 2\text{ mgL}^{-1}$ 程度、であるのに対して黄色いところは $2\sim 6$ 、それから赤で示したのが 6 mgL^{-1} 以上、農地は全域的に窒素濃度が高くなっているという実態があります。

次にまた宮古島に戻りますけれども、じゃあその窒素というのはどこからやってくるのかということをお原単位法というちょっと荒っぽい方法ですけれども、推定した結果、耕種系、これは畑でやる農業ですね、畜産に対しての耕種系といますが、農業の耕種系と畜産系を、両方プラスするとですね、地下水に負荷される窒素の約7割が農業に由来する、という試算結果になります。地下水に含まれる窒素の大半は農業に由来するということが、これ宮古島のケースですが、明らかになりました。ほかのいわゆる低島地域で同じような試算を行いましたけれどもほぼ同様の結果になりました。

次に、ではこの耕種系からどういうメカニズムで窒素が地下水へやってくるのかということをお明らかにするために、また与論に戻りますけれども、与論島でサトウキビを栽培する農家にアンケート調査を、与論町役場の協力で大々的に行うことができました。回答数388が得られました。

同様の調査を宮古島と喜界島でも実施しましたが、これは与論の結果です。その結果を示す前に、夏植サトウキビ、という栽培型の窒素吸収パターンについてご承知おきいただきたい。夏植サトウキビというのは栽培期間が1年半、18か月とめっちゃめちゃ長いんですけど、このグラフは縦軸が窒素吸収量の積算値です。一見してお分かりいただけると思いますが、植え付けして、年越して次の梅雨時期ですね、そこになるまではほとんどサトウキビは窒素を吸収しない。吸収するのは、梅雨時期以降くらいであるということがお分かりいただけると思いますが。

それでアンケート調査の結果です。まずこれは施肥窒素量についてまとめたグラフです。春植、夏植、とか書いてあるのは栽培パターン、春植は春に植え付ける、夏植は夏に植え付

けるんですけれども、それよりも数値を見ていただきたい、これ指針というのは鹿児島県の施肥指針量です。それに対して赤はアンケート調査値ですけれども、ほとんどそう変わらない、つまり施肥窒素量そのものにおいては問題がない。これはちょっと意外だったんですけれども、もっと意外だったのは次の結果で、これが時期、これが春植、株出ですけれども、春植というのは先ほど言いましたように、この3月4月くらいに植え付けます、株出しの説明は省きますけれども植え付けたとたんに、肥料をやっているというのがお分かりいただけます。夏植なんかもっとひどくて8月9月に植え付けますけれども、その直後にやっぱり施肥をしているんです。ところが年を越したらもうほとんどやらない。というふうな結果が、これは与論の結果ですけれども、先ほど言いましたように宮古島でも喜界島でもほぼ同じ結果を得ています。そうするともう一回このグラフに戻しますけれども、サトウキビはこの時期に窒素を吸収するのにもかかわらず、実際に農家が施肥しているのはこの時期なんです。

つまり、サトウキビの栽培、特に夏植栽培において、施肥時期が生育初期の短期間に集中している、という事実が分かった。それと植え付け時に、そもそも化学肥料が必要なのかという疑問が湧いてきます。なぜかっていうと皆さん、ご覧になったことがあると思うんですけれども、これがサトウキビの植え付け状況なんです。つまり茎を切って、ぼんぼんと伏せてゆき、それで土を5cmくらいかけるだけなんですけれども、この時点では当然根も葉も出ていません。ところが農家は慣習的にここに化学肥料をバーッとけっこうまいているということなので、当然それは無駄になるだろう、ということです。

ですからここまでまとめますと、ほとんど栄養を必要としない時期に施肥をしていて、最も必要とする時期にはしていない、という実態がある。そうすると、この時期にやった肥料はどこにいくな、ということなんですけれども、このグラフはめちゃめちゃきれいな結果だと思います。これは喜界島のある地点における地下水の硝酸態窒素濃度の季節的変動です。ご覧になるように、毎年あるほぼ一定のパターンを繰り返してして、点線が8月です。だから夏植が始まったとたんに地下水の窒素濃度が上がるということを毎年繰り返している、つまり先ほど言いました植え付け直後に大量に施肥をしていても、それは地下水の窒素となっていくだけで、サトウキビの窒素にはなっていないだろう、ということが予測できるわけですね。もう一点ここで注目していただきたいのは、この地下水の窒素濃度の最低値は2くらいなんです。最高値は8を超える。つまり4倍、もし自然にほっておけば2以下になるであろうものが、時によっては8くらいまで、4倍まで上がるということです。

そうするとですね、水道法に引っかかってくる可能性がでてきますね。これ飲料原水としている場合ですけれども。ただ、水道水の場合にはランニングコスト、施設へのインシヤルコストがかかるんですけれども、最悪、浄化処理コストを負担し、処理施設を設置していればいいわけです。一方、環境基本法に照らし合わせるとどうなるか。環境基本法の基準というのは先ほどもご紹介がありましたけれども、実は温帯向きの環境基準になってないのか、というのが私の言いたいところですね。というのは、今回何回も出てきていますけれども、

サンゴ礁生態系っていうのは基本的には貧栄養な温暖な水域に適応して成立した生態系、もともと栄養がそれほどいらないうところにできあがった、とするならば、富栄養化によるインパクトは大きくなる、という可能性がある。しかも、外洋と接している沿岸の場合には、その地下水の中に含まれている窒素などの栄養物質は拡散あるいは希釈される可能性が高いですが、礁池がよく発達されている場合には礁池内に残留しやすい、ということが予想されるわけですね。ここで私どもは与論島を舞台に、富栄養化物質等が礁池内に残留しやすいという仮説で研究してきました。

これは私がやった仕事ではありませんけれども、例えば富栄養化が藻類の増殖を促して、このオニヒトデの幼生が、この藻類を食べて大きくなる。そうするとオニヒトデの成体数が増加して結果的にオニヒトデによるサンゴ礁の食害を増大するというストーリーというプロセスが明らかになった。

もうひとつは富栄養化物質が流入すると当然藻類等の異常発生によって海水の透明度が低下したり、あるいは先ほどもありましたように藻類がサンゴ表面に付着して、光合成速度を下げてしまう結果、サンゴが疲弊するという因果関係があげられると。これは野島先生の撮られたお写真、研究成果ですけれども、先生もおっしゃっていたのは、例えば与論も礁池の中と外で、サンゴの回復速度はどうも違うようだ、中の方がちょっと遅いというようなことをおっしゃっている。そうするとやはり私どもが言っている仮説ですね、陸由来栄養の富栄養化によってその速度が減速されている可能性があるのでは、ということです。

こういうふうな健全なサンゴ礁の状況に早く、与論などをですね、戻したいなと思っているんですけども、ここでちょっともう一点申し上げておきたいのは、窒素質化学肥料を乱用というか、そういうことによって、地下水の水素イオン濃度を増加させる、つまり酸性化を促します。これは硫酸の硝化過程でプロトンが生成されて、CO₂を大気放出させるとともに石灰岩の溶解を促進させます。

これはサトウキビ栽培における化学肥料の施肥窒素量、この赤で示したのが施肥窒素量で、横軸が月ですね、それと地下水の水素イオン濃度、つまりpH、に関係する値、で赤が農業地帯、で緑が森林です。ご覧いただくと、農業地域の地下水の水素イオン濃度が施肥時期と、同調するように高くなっているのが分かると思います。

これはまた先ほどの喜界島のA地点のグラフですけれども、先ほどは窒素、硝酸態窒素ですね、ここでいう赤の硝酸イオンだけを示しましたがけれども、この硝酸イオンの濃度変動と硫酸イオンが、これは当然ながら連動、同期します、これは硫酸アンモニウムの硫酸イオン、それとアンモニウムからの硝酸です。同時に水素イオン濃度も変動していくことをご覧いただければと思います。ですから硫酸の硝化によって地下水が酸性化していることを示しています。結果的にこのように酸性化された地下水がサンゴ礁水域に流出するとサンゴ礁水域、イノウの中を酸性化していく可能性があります。

そこで私が考える改善策としてはまず、営農における施肥効率の向上、特にサトウキビ栽培における施肥効率の向上ですね、それと今日は時間の関係でここに示しませんでしたけ

れども、家畜ふん尿の適切な管理・還元利用。生活排水の適切な管理・処理。これらの対策の徹底による、地域水環境への富栄養化物質等の流出量軽減ということが、これは結構緊急的に短期間にできる対策だと考えております。以上です、どうもありがとうございます。

(土屋誠氏)

大変興味深い話ありがとうございました。肥料がサンゴ礁の生き物にいろんな影響を及ぼしそうだということは伺っただけですぐ理解できます。私自身も色々お伺いしたいことがありますけれども時間の関係で次に進めさせていただきます。

次は恩納村漁協の比嘉さんのお話です。「漁協によるサンゴ再生」についてというタイトルでお願いをいたします。よろしく申し上げます。

(比嘉義視氏)

皆さんこんにちは。恩納村漁協の比嘉です。それでは地元が恩納村ですので、サンゴ再生について説明します。

まず、今いるところは、恩納村ですね、ここですね、沖縄本島北部西海岸に位置する人口約1万名の村です。ちょうど今いるOISTはこの辺ですね、ここが恩納村の中心部です。今回の白化では、北側海域はほとんど助かっていて、南側海域で被害が出ています。恩納村長いですから、南と北で、意外と違うということをもまず理解してもらいたいと思います。

南側海域には、広い礁池があります。だいたい長いところで、2kmくらいありまして水深が3mか4mくらいで、モズク養殖を中心に取り組んでいます。海を畑のように使っています。これが模式図ですね。ちょうどこのOISTから出て右側の方に、干潟があります。そこを中心とした模式図ですね。岸があったら、干潟があって、アーサ養殖場があります。でちょっと干潟の先を行くとアマモ場があってモズクの苗床があります。モズクの苗床を過ぎてくるとモズクの養殖場で、ハマサンゴ帯はシャコガイの養殖場、その先にサンゴの養殖場があります。

海を畑のように使っています。漁業も生態系の一部という考えで取り組み、里海づくりとなっています。特にモズク、アーサなどの海藻養殖をしていますと、栄養塩が大切となりまして、陸域からの栄養塩で、あとはサンゴも出す栄養塩、両方から栄養塩を取ってですね、健全なモズクができます。その時に栄養塩も質がありますので、陸からの汚水排水と赤土流出という陸域からの水の管理、あと、サンゴはきちんとしていくのが大切ですのでオニヒトデ駆除と白化対策としての、サンゴを増やす活動をしています。

このサンゴ礁の海を育む活動ということで私たちはサンゴ養殖や植え付けにより、親サンゴを育てます。親サンゴが産卵する時より、サンゴの自然再生を助けますという活動をしています。これは1998年、前回の白化の時から行っています。たまたま養殖した時に白化ただただで、実際には、養殖場の設定は2年前から行いますので、96年から計画していて、98年、養殖を開始した時に、たまたま大規模な白化とかち当たったことです。ちなみにこの活動は継続していきまして去年ありました豊かな水国大会で環境大臣賞をいただいて

います。ありがとうございます。サンゴ養殖は、ここがOISTがあるところで、北側が恩納漁港、南側が兼久漁港の前に、ひび建て式養殖という養殖方法で今現在、約2万4千個を養殖しています。

これは子どもたちと一緒に苗作りをしたところですね、簡単にいうと、マグホワイト製、海から塩取った残り、にがり、マグネシウム等海からの天然の素材を使っています。

ひび建て式養殖は、海底に竹ひびを立てて養殖したことから、ひび建式養殖といえます。海底に杭を打ち込んで、そのうえでサンゴを養殖するという方法です。似たような方法としてはモズク養殖もアーサもひび建式養殖といえます。養殖しているサンゴは11科15属54種です。

変わったところではヤエヤマカワラサンゴとか、コノハシコロサンゴこういう固着性のある種類はほとんど飼えます。でサンゴも養殖できますということで、ふつう天然の枝サンゴの場合は、光が入らないので、根元の方はほとんど枯れています。見る人が見たら分かると思いますけれども。経験あると思いますけれどね。ひび建て式で養殖していると下からの光が反射しますのでこの中の方もずっと枯れずに残っているという状態になります。

あと魚の棲み込みがありますので、この、魚が何匹棲んでいるのかということで、県の水産試験場に協力を得てこれに全部網をかけて魚を片っ端からとって、数を数えるということをやりました。そうすると、30群体のサンゴで841匹ですから、これに2万4千本かけると総数として養殖したサンゴに67万匹の魚が棲み込んでいることになります。あらあらですけどね。サンゴの成長は、くっつけてですね、約4年で直径40cmくらいになって、産卵可能なサイズとなります。これが産卵のシーンですね。ひとつひとつから出ますので、あと、いったいどれだけ産卵数があるのかという疑問があったので、8群体から卵をとって数えました。数えたのは幼生です。幼生の数を入れています。卵の数を数えたかっただけですけどね。卵は表面に浮かぶので均一にしにくいというのがあってですね、幼生になるのを待つて均一にして、希釈法で数えています。そうすると、約2万4千個で単純計算すると約27億個の幼生が一年間で生産されたことになります。あと、サンゴは最初の年に2千個の天然サンゴを特別採取して養殖して、その次の年も特別採捕を行って、過去5回ですね、特別採捕許可をとっています。主に、サンゴを割って増やしているのでクローンではないかという疑いがございますので、そのクローンがどれだけ入っているのかということですね。例えば、ウスエダミドリイシだったら、青っぽい系統、黄色っぽいやつ、グリーンっぽいやつ、白っぽいやつとありますんで、これと見た目の分類と遺伝的 분류とやってほぼ見た目の分類と遺伝的 분류がほぼ当たるということです。そうしてですね、疑わしい160くらいのウスエダミドリイシがですね、ウスエダミドリイシの遺伝子を調べると83という親株が出たので、それをですね、それを受精しやすいように、今までは、見た目がばらばらに置いてたんですけども、今度は受精をしやすいってことで、それぞれ違う遺伝子のやつをずーっと並べてですね、同じ種類ですけども、全部遺伝子が違うやつを並べて産卵した後の受精率を高くするように配置換えをしております。

OIST さんが調べてくれた結果、結果としてそういうことができるようになりました。あとグーグルアースとグーグルマップで確認できますということで、これはこの前兼久のところでちょっと分かりづらいんですけど、これ養殖場ですね、ちょうど今年2月から、グーグルマップで、ストリートビューというところで海の中の養殖が見られるようになりましたのでグーグルマップを開いてですね、「山田ポイント」ですと、養殖場の景観が見られます。

これが白化率ですね、2011年の7月、少し白化していますけども、下の地面がすごく白化して、この年植えたばかりのやつで約10個ですから98.5%生存率でした。次、2013年の白化が恩納漁港でおこって、白くなりまして、この時は、生存率が98%、100体ほど白化していますけれど、また戻ってできる、ということです。これがその前の、色々白化ありますけれども2007年、ここにあるアカギサンゴ、ここのちょっとした差で、白化するかしらないかというのが変わります。あと、こういうカゴ、ちょっとカゴするかカゴしていないかで白化するかしらないかもあって、2011年の時は上のトップのところは白化してこれが白化していないという、微量なところでは、微量にそれぞれが白化します。

これは今年の白化ですね、これは北側の恩納漁港の先、真ん中、南側というのですね、せっかく水温データがあったので、私たちもこのDHWというちょっとわけの分からないのがあって、まあそういう下取りですから、数字ためてやってみました。1週2週3週で、約7月後半には4を越してですね、ちょうど現場でも7月の後半に白化が見られます。全体としてはまだまだでまして、南側の方がやっぱり水温が高かったのかなと思いますけど、今回実施したのは白化しているのは3か月後まで、ずっと白化しているという状況が続いて、死滅が始まったのが、10月の10日くらいですね、水温が29度を切ったあたりで、生きていた個体と死んでいる個体に分かれていくという、ふうになっています。1998年の白化では、2週間から1か月であつという間に死んだのですけれども、今回は3か月ずーっと白化していつている、とても不思議な状況です。これが養殖サンゴですね、ここではだいたい95%くらいですけど、天然ものでは生存率0のところから、約半分のところがある、というですね、まあ周辺の天然ものとは養殖もののほうが、生存率が高いと、ひとつは長い間よく暖かいのが原因と思っています。

これが前兼久養殖場の7月白化した状況です。これは9月ですね。白化しています。これ死んでいますね。これは白化する前から死んでいます。これは10月ですね。だいぶパステルカラーをもったサンゴが多いということで、最初採捕する時どうしてもきれいなサンゴから捕りますので、意外とカラー付きのやつが多いという感じです。これが3月で養殖場でほとんど残っています。一回白化してもまた戻るところです。これが恩納の養殖場で、これが8月、で11月の時にまた白化してこのように見えます。でこちらの11月撮ると、ほとんどこっちは戻っています。ちょっと今年はそのうち過去何度か死んでしまいましたけれども、全体としては99%以上の生存率でした。

あと気になったのが、白化している最中ですね、この光が当たっているところは、真っ白

く白化していますけれども、この縦の部分が、褐虫藻がちゃんと残っていると。で上から見ると、白化していますけどこの下から見ると褐虫藻が残っていてちょっと見にくいですが、光が当たっている部分と当たっていない部分で褐虫藻が抜けているのと残っているのがあります。この時に下の方に残っているのがあるとほとんど白化現象が終わっても、また戻るということになります。下が真っ白いとちょっと死ぬ確率が高くなります。

サンゴ養殖は親サンゴの産卵によってサンゴ自然再生を助けるのを目的としています。一応副産物として魚の棲み処となって約2万7千本で魚が約56万匹、幼生が27億個の生産が見込めます。白化に対しては天然ものに比べて、養殖しているものの方の生存率が高い状況でした。これは1998年からの18年分の白化で当初大規模な白化が起こった時に半分くらい生き残っておけばいいのかなということでしたけれども、案外たくさん生き残っていて、嬉しく思っています。これが天然もの、8月ころでは、ちょっと白化の度合いが弱いという、基本的にはほとんど一緒なんですけれども、やっぱり場所によって、白化の度合いが弱いところがあって、これが戻ったところですね、これが万座ビーチのところ、浅いところ、干潮時の水深が30cmとかになるところは、半分くらい死んでます。これは深いところですね、水深5mのところは、ほとんど生き残ってます。これが真栄田漁港の前で、やっぱり浅いところ、水深30cmくらいのところは、ここはほとんど死んでいます。ですから、言いたいのは、白化のダメージは、水温×光の強さ、でダメージを弱める物として、流れ、というふうになるというふうに思っています。あとサンゴが回復しない場所というのがあります。1998年の白化後、サンゴが戻らない場所と、早く戻った場所があります。戻らない場所を調べてですね、ここにどれだけの稚サンゴが入っているのかというのを調べました。

そうすると意外なことに、このミドリイシの仲間が、平均して1平米に5個入っているという、全体的に1平米に11個の3cm未満の、幼生がいるということです。ですけども、この海域ではなかなかサンゴが再生しないということがありますので、要はこの場所はフェイズシフトを起こしていると、変遷をしている場所なので、なかなか戻り切れないという環境がありますから、こういうところに、サンゴを植えることによって、再度フェイズシフトを起こして、いい環境になればいいなということを、今考えています。以上です。

(土屋誠氏)

どうもありがとうございました。豊富なご経験から白化に対して何をしたらいいかということをお聞きしたいところですが、質疑の時間が残念ながらありません。是非皆さんも今後の白化対策についてのご意見を、皆さんの発表をお聞きしながら、意見交換の場で色々お出しただければと思います。では次の発表に移ります。次は金城浩二さんです。海の会の活動について、ご発表いただきます。よろしくお祈いします。

(金城浩二氏)

海の種の金城です。僕は漁協や団体、研究機関などに属しているわけではなく、個人でサンゴの養殖を始めた変わり者です。

僕は借地に自らの手で一からサンゴの養殖施設を造り『さんご畑』という名前で陸上にサンゴ礁を作るとのことやっています。サンゴを陸上で養殖しその施設で産まれた卵を海に流すということと、施設で増えた分のサンゴを海に植えるという活動を行なっています。それと同時に目の前の海に、同じような条件を作れるかとかいうことで、サンゴ礁をつくるということもやっています。サンゴが白化した場所、白化しない場所、色々あると思うんですけど、僕らが取り組んでいる場所は写真のこの辺りで、このポイントは施設の前なので利便性が良く、近隣の漁協に了承を得ることができた場所になります。この場所は最干潮時、ここがすべて干上がります。干上がった状態でここはプール状態になります。そういう過酷と思えそうなところにミドリイシの仲間も植えたりしています。

この範囲の中にサンゴを植えるということをやっていますが、過去には自分らで育てたサンゴを海に植えて、それが全滅したという経験も何度もあります。たまらないような気持ちになります。僕らは民間で植えるということをやっているモニタリングなどの費用がどこから出るわけではないのでなかなか現場で調査的なことの記録は取りにくいんですがその中、県とのサンゴの再生事業連携を行なった事でデータをきちんと取ることができました。この7年間で、表のデータは、このポイント、2013年、この青い字が2013年の平均水温で、赤い字が2016年です。これご覧になって分かるように30 を超える日はものすごい多いです。2013年は30 を超えた日が29日間、2016年が49日間ありました。この2回は白化が起こりました。僕らが植えているこの浅瀬の海域。ここはデータロガーを沈めているところは、礁池となる為、干潮時の表層水はダイブコンピューターでは、だいたい32~3 あります。大潮の最干潮時には水深が50cmくらいになる浅い場所で、植え付けたミドリイシの白化が2013年に起こりました。表で見ても2013年に起きた時にこうやって増えたミドリイシが減るってということが起きたんですが、その後はずーっと横ばいで続きました。ただ、13年にしのいだミドリイシというのは、2016年の白化の時にも耐えしのぎました。水深50cmぐらゐの場所で水温が30 以上、49日間超えたような環境の中でミドリイシが2回、白化をしのぐということがありました。耐性を持っていると考えています。それとその後植えたものに関しては赤字のところ、これが県の事業でサンゴを植えていた場所なんですけれどもこの場所、このポイントは2013年の白化の時にもものすごい被害がありました。水深が50cmくらいで、植えたウスエダミドリイシの仲間がけっこう死んでしまうということが。過去には別の海域で水深が深いところに植えていた頃もあるのですが、水深が深いところで植えた時、僕らの経験では生存率と成長があまりよくなかった。で、浅いところで植えはじめました。当初は成長は早いけれども、白化することや台風でやられるという経験をしました。試行錯誤してどうにか浅瀬のサンゴ礁、回復っていのを考えた時に、近年の高水温の白化現象はもうこれから止まらないってことを考えたら、僕は環境に対峙

するというか、高水温になることを前提で植えるっていうことをチャレンジしていきました。この丸い場所っていうのは高水温になっている。ミドリイシがたくさん死んでいっている場所、ここを植えた期間っていうのは約10年に近いんですけども最初植えた時にはミドリイシを植えました。ミドリイシを植えると、植えているそばからいろんなものが食ってきた。サンゴ礁の再生を考えると僕らが植えている場所は砂漠化している状態のところ植える活動を始めました。当初は再生が見込めそうにないくらいの雰囲気でした。最初の頃、そこにミドリイシを植えると、全部食われてしまうという経験をしました。だから種類を変えてみようということで、ハナヤサイサンゴを2000くらい植えました。2000群体。で2000群体も植えると、食害に合わずいい感じで育ってくれたんです。ハナヤサイサンゴは幼生を放出してくれるので、数年でこのポイントは、ハナヤサイサンゴが沢山見られる海域に変わりました。ハナヤサイサンゴが今度育った後に、ミドリイシをまた植えてみました。そしたらミドリイシを最初植えた時に比べると、ミドリイシが残るようになってきたんですね。で、ハナヤサイサンゴが育ってということが続いて、ここの海域は被度100%状態、小さな範囲ですけど、100%になりました。ハナヤサイとミドリイシで。でも2013年、高水温の白化の時にこれらが白化しました。このポイントはこの範囲の中でも一番水温が上がりやすいみたいで。海流の流れの影響からも。でここの丸の範囲は白化したんですけどもその中でも部分的に残ったミドリイシの仲間がいました。

で、このハナヤサイサンゴを植えた後にミドリイシを植えたら、うまくいった。という経験を元に、今度は、もっと強いサンゴから植えてみよう。シコロサンゴ。僕らが持っている種類の中で、僕らがどの環境に植えても強いな、コイツ、と思っているサンゴがいるんですね。このシコロサンゴを3、4000くらい植えました。そういう風にして取り組んで、ミドリイシをどうにか再生させたいと。それで僕らの施設の中で育った中でも非常に強光に強いウスエダミドリイシ。ここの海域の中でも13年、生きてくれたようなタイプを、僕らは選抜するようになっていきました。でここでも強く育ったっていうのはどういうことかという、ここの施設の中は、干満がないので常に水面に強い光が降り注ぎます。炎天下の日も。真夏も8月、9月、紫外線が降りそそぐ時に、常に水面ぎりぎりになると、水温が高くなっても、当初は白化してたんです。ですがその中でも、この下のような中からまだ生えてくるものがいて、それらを頑張って増やすということをやっていたものをこの海域に集中して植えました。2013年の後でした。でこれが去年このポイントで僕らが驚いたミドリイシです。これっていうのは同じウスエダミドリイシなんです。このウスエダミドリイシ、これ高水温に強いタイプとして僕らが扱っているもの。これ自体も、色のバリエーションは色々あります。グリーンタイプの強いものもいるし、青みがかったやつ強いやつもいます。この同じウスエダミドリイシが同じ海域で隣合わせで、白化するものと白化しないものと。水温が30以上、49日間。このミドリイシです。ズームで見ると、これ、8月31日の様子なんです。30を超えています。他にはああやって、隣のようにみんな白化している状態の時に、これらというのは、白化している雰囲気も出さないものが多かった。特に僕らがグリーンオレン

ジって呼んでいるものに関してはほとんど見た目は普段と変わらなかった。

これまで僕が18年サンゴを植えるっている活動をやってきて、よくいろんな賛否をいただきました。環境がどうなるかとか、いろんな話を聞いてきました。だけど僕は学識もないですし、民間ですから、なかなか伝えることができなかつたんですがこの高水温に強いサンゴってというのが生まれたってことは間違いない事実。これらは浅いところ、水深50cmくらいになるような場所で白化しなかつたんです。でこれが白化しないっていうのはこれが1つの群体の話だったら僕らもたまたまかなと思うんですけども、2013年にも経験をして、去年植えたものも。これらはおそらく今うちのこの海域で残っているのはだいたいでしか分からないですけども数千はいると思います。

これからは世の中のサンゴの再生ということが、もうちょっと考え方が整理されていくといいなと思います。僕は砂漠化したところにサンゴを植えているつもりなのに、多様性がどうだとか。作業の途中でいろんな批判を受けたこともあります。僕思うんですけど、砂漠化したところに、例えば1種類のシコロサンゴで埋め尽くしてしまったとしても、そこにシコロサンゴしかいなかったとしても、環境は、住み込み連鎖で後から後から変わるんですよ。

多分多くの先生は、生態系というものを研究なさっていると思うんです。1種類のサンゴを植えて、環境がおかしくなるなんて僕はあるとは思えない。今おかしくなっている環境に、できる限りの活動として、その方法として、高水温に強いシコロサンゴというものを植えてみたら、それをたくさん植えたら、その環境にそれだけがいる状態を多様性がどうかって言ってくるけども、そのあとにミドリイシを植えたらミドリイシも生存率が上がってきて。でこの白化しないミドリイシは今日現在もたくさん生きています。でそこには魚もいます。おかげで漁師が定置網を張るようになりました。すごいことだと僕は思っています。

例えば山を考える時にパイオニアプランツとかあるじゃないですか。はげ山になった場所をよくしようと思ったら、パイオニアプランツみたいなのが生えてきてそのあとにいるんなものが始まってくるのと同じように荒れ果てたはげた地域に、サンゴを甦らそうとする時には、いきなり多様性の話をするのではなくて、できる限りのアクションを始めて、そこで得られた結果を見ながら多様性も出していくということをやっていけばいいんだと思うんです。僕は専門家の皆さんはサンゴ礁の治し方と作り方を知っていると思っていました。多くの専門家は治し方を知っていると思っていたから、僕はできるだけ言うことを聞くようにしてきました。でも、環境に対しては、今、これくらいの危機状況になっていることを考えたら、いろんな地域のいろんなやり方っていうのを専門家の先生たちがサポートしながら、僕らみたいな学識が足りない人にアイデアを提供したりしながら、連携がうまくいけば、絶対僕はサンゴ礁どうにかなると思っています。なので専門家の先生が言う「このままでは危険」は、そろそろ終わりませんか。このままでは危険だから、何をやるっていうことを、僕ら民間は求めています。サンゴの世界も植物の世界と同じように、植物を育てるおじいさんがいたら、それをサポートする研究者がいるといいと思います。なぜだか、サン

ゴの世界、海に関しては、そういう植物を育てるのが上手なお年寄りみたいなジャンルが確立されていない。僕サンゴを育てて18年になるんですけどサンゴ礁のことを言う人は増えた。評価する人は増えた。ただ、やる人は増えないんですよ。やる人が絶対に増えない。僕はこの活動を会社としてやっています。僕はこのサンゴ、1本植えるっていうことを、記念日にはサンゴを植えようって言って、これを3500円で1本1本植えてる。産婦人科が、子どもが産まれたら1本植えませんか？とか、頑張っって営業しました。営業して、いろんな人の記念日っていうことで僕はサンゴを植え続けてきました。それをずっと繰り返した結果、やっとこんなサンゴが誕生してくれました。

僕の施設で僕らは、サンゴを毎日見えています。たまにじゃないです。朝から晩までです。データを取る時だけ見るのではなくて。ミドリイシには強光障害になった時のポリプの開き方にも違いがある。サンゴにホワイトシンドロームみたいなものが起きようとした時にスズメダイがいることが重要だったりする。そういったことっていうのが、陸上でサンゴ礁をつくることでもたくさん学べた。それと同じようなものが海でも起こるっていう風に思っているので、僕はどうやってよくしていくかは分からないですけども、できるだけ、継続したい。最初の頃からサンゴの植え付けにはなになにを助長するとか密漁を助長するとか、いろんな意見があるんですけども、早くひとつの産業になって、サンゴを再生するという事業が沖縄の中で認められて対価を得ながらも仕事としてやるのが、認められたらやりやすいなというふうに思っています。

今まで何度もシンポジウムをやってきたこの流れで、ぜひ皆さんと協力しながら、絶対何か残したいと思っていますので、これからもよろしくお願ひします。ご清聴ありがとうございました。

(土屋誠氏)

どうもありがとうございました。金城さんはとても素晴らしい専門家だと思いますよね。そうですね、皆さん。これからもよろしくお願ひします。

次はWWFジャパンの鈴木さんのお話です。よろしくお願ひします。

(鈴木倫太郎氏)

こんにちは。石垣島にあるWWFサンゴ礁研究センター「しらほサンゴ村」の鈴木倫太郎と申します。よろしくお願ひします。このセンターですが、2000年に設立し今年で17年目になります。私はここに就任して1年なのですが、その前のセンター長の筑紫女学園大学の上村真仁さんが長く頑張っってこれ、これまで主に地域づくりをしながらサンゴ礁を保全するという活動を行ってきました。具体的には、畑の周りに月桃などの植物で赤土流出の防止を目的としたグリーンベルトを作って、その葉を商品化するという取り組み等を実践してきました。今日は時間の都合でその話は省略しますが、去年1年間で起こった白化現象の後、私たちがどのような活動を行ったかについて、また今後のサンゴ礁保全について、お話

をさせていただきたいと思います。

センターがある白保は、石西礁湖からは外れていますが、石垣島の東海岸に位置しております。私たちはこの白保のイノー（礁池）の中に、水温計を設置しています。白化が起きた去年の7月～8月、白保のイノーの中では、高水温な状況が続いていました。これは水深3mの値ですが、8月には、一か月の744時間中、668時間において水温が30℃を超えているという、かなり高水温の状態が期続いていた状況が分かります。これら白保をはじめとする八重山地域の白化現象の状況の簡単な推移ですが、5月の中旬に小浜島の水深15mのところでも29℃であったりと、石西礁湖全域の水温が高い状況でした。その後7月になり、白保のあたりもミドリイシやトゲサンゴの白化が目立ち始め、8月にはだいたい造礁サンゴの50%が白化し、そのうちの2割が死亡しているような状態になりました。その後9月に入ってから、米原海岸や名蔵湾を見て回りましたが、高い確率で造礁サンゴが白化している状況が認められました。石垣島の西側に位置する名蔵湾では、石垣島のある業者の方が「鈴木さん、名蔵湾がひどいことになっているから見に来てください」と言って、一緒に行ったところ、一面サンゴが白化している世界が広がっていて、石西礁湖内も色々見たのですが、名蔵湾の状況が一番ひどいかもしれないという感想を持っています。

その後、国土館大学地理学科の長谷川均教授と共に、ドローンを使用した調査を協働で実施しました。これは、サンゴ礁内における白化現象が、水平的にどのように起きているかを明らかにすることを目的とした調査です。その結果ですが、当初、私たち予想では、閉鎖的な水域であるイノーの中が白化が目立つのかなと考えていたのですが、予想とは逆にリーフの外側である礁縁における白化が顕著に見られていることが結果として分かりました。これは、日ごろ水温が上がりやすい閉鎖的なイノーの中よりも、海全体の水温が上がっていたため、普段波あたりが良く、水温が上昇しにくい礁縁で白化現象が目立つという状況が起こったのではないかと考えています。

このような調査を行いながら私たちはサンゴ村で仕事をしていますが、そこは普段からいろんな人が情報を寄せて頂くところでもあります。その中でも、サンゴ礁を生業とするダイビングやエコツアーの事業者の方々の声というのを、非常に多く今回の白化現象について話を聞く機会がありました。そこで石垣島のエコツアー事業者の、今日も会議に出席されている大堀さんから、そのような方々と、事業者の方々の声を集めて何かできないかという提案をいただきました。そこで、いろいろな方のお話を伺う中で、事業者の方々が生活の中で感じる不安な想を、知ることが出来ました。事業者の方々は、夏にはほぼ毎日海に出ています。日々、自分たちが生活している海が白くなっていく状況を見てみると、これから仕事が継続できるか、ご飯を食べられるのか、そのような不安が生まれてくると言います。また、白化現象がよく分からない、毎日毎日お客さんを連れてきている海が白くなっていく。自分の中で、これはどういうことか解釈できない苛立ちが生まれてくる。さらに、白化現象を知らないお客さんが、白化したサンゴを見て「わあ綺麗！」と喜んでいる。そのお客さんに、どう説明したらいいか分からない、「これそうじゃないんです、実は危ない状態なんですよ」

という事実を、お客さん喜んでいて、どうし説明して良いか分からないという葛藤。あとは、他のショップを見ていても、いつもと変わらない営業をしている。焦りを持っているのは私だけなのだろうか？他のショップのスタッフもお客さんも楽しんでる様子で元気に営業しているし、他のところはどうか？みたいな疑心暗鬼も生まれてくる。最後に、日々白化が進行するサンゴに対して、「自分は何をすべきか、何をしたらいいのか、何もできないのか」という直接的な対応ができない無力感に襲われる。このようなストレスが重なってくると、白化現象に対するサンゴ礁の生態系に影響を及ぼすだけでは無く、そこにかかわっている人たちの心にも影響を及ぼしているということが、今回多くの方々からお話をうかがい、私が強く感じたことです。

そこで、その大堀さんたちと一緒に、「2016年夏のサンゴの白化発信プロジェクト」というプロジェクトを立ち上げました。事業者の方々には研究者ではないけれども、誰よりも毎日海を見ている。誰よりもサンゴが白化している状況を知っている。ということで、それぞれが、海の状況を写真に記録しているので、その写真を集めて、大判ポスターを作製して発信していこうという取組みを始めました。それを日本サンゴ礁学会や、いろいろな場所で発表していききました。しかし、この取組は様々な事業者の考えや意見の中で進める必要がありました。例えば、「白化していることを発信するということは、お客さんが石垣島に来なくなってしまうのでは？わざわざ白化していることをアピールすることで、お客さんが来なくなったらどうするんだ？だから、私は参加しないよ」という声もありました。また、複数の事業者の方々と取組をすすめるにあたり、特定の事業者が突出したり宣伝効果になったり、利益を受けることが無いよう、参加者全員が並列になることを前提としました。

最終的に八重山地域で24、宮古で6の参加団体がありました。活動の詳細は、ホームページで紹介していますので、ご覧になってください。活動の経過ですが、9月にキックオフの情報共有の集いを行い、12月には作製したポスターを日本サンゴ礁学会で発表し、研究者じゃないけれども、事業者も白化現象のことを真剣に思っているんだよというアピールをしました。その後、1月31日にWebサイトをオープンし、いろんな学校やイベントでもそのポスターを貼っていただき、去年の白化はこうだったよ、という発信を続けています。

私達はサンゴ礁学会で発表しましたが、発表するだけではなく、学会で発表された白化現象に関する研究を聞き、その内容を島に持ち帰って皆でその情報を共有するための勉強会を開催しました。これは、事業者の方々から、自分たちが専門家ではないので白化現象をどう理解し、伝えるかがわからない。という不安の声がありましたので、学会に参加してきた私が、白化に関する発表を全部聞き取り、それとまとめて解りやすくお伝えするというものです。その内容ですが、今回の学会では発表件数113件の中で21件白化の発表がありました。その中から「こんな発表がありましたよ」というそれぞれのお話を紹介したり、すごく簡単に皆さんに「高水温が続くと白化現象が起きますよね」でもあのサンゴの中の褐虫藻が抜けだすと白くなるっていうのは今は正しい説ではないですよ。というような、易しく、事業者がお客さんに説明できるような内容とすることを心がけました。

このようなプロジェクトをやりながら私たちWWFは、これから石西礁湖で何をやっていくかっていう話になります。この石西礁湖、非常に生物の多様性が高い場所で、優先的にWWFが保全の活動をしていきたいと考えています。2006年から、先ほどのお話にもありましたけれども、石西礁湖における自然再生という取り組みが展開されて、この10年いろんな調査や活動がなされてきました。ただですね、10年間の事業によって、移植だとか移植の技術は進歩したと思います。お金をかけたので。だけれども、いろんな取り組みをこの10年間やってきましたが、結果だけ見ると、石西礁湖の造礁サンゴの被度は10年前より下がっています。ということは、いろんなことやっているのだけれど、効果が見られないということです。これからは、新たな切り口であるとか、これまでと異なる方法が必要じゃないか、と私たちは考えています。そこで私たちは、陸域からサンゴ礁海域に流入する赤土や、栄養塩のお話もありましたが、移植してもそのサンゴが効率的に生き残れるような状況や、白化してもその海域で回復しやすい環境を整えること、これが必要ではないかと考えます。

そこでWWFでは、石西礁湖を日本における生物多様性の重点地域という位置付けで、今後保全対策を進める予定です。具体的に何をするか。それは「石西礁湖のサンゴ礁を保全に資する認定制度の構築」です。これは、地元のサンゴ礁保全を進める組織であるNPO法人石西礁湖サンゴ礁基金とともに進めていきたいと考えています。

まだ認定制度の検討を始めたばかりなのですが、私たちは、普段の生活の中でサンゴにストレスを与えています。逆にサンゴ礁からは、私たちは恩恵を受けています。観光であったり食料であったり。そこで、陸域における人間の活動から与えるサンゴ礁へのストレスをなくす、及び小さくしている努力をしている事業者、農家の方々などに、その取り組みや努力を認定し、それを証明するマークのようなものを付けて頂く。それによって、例えば、農家さんが取り組んでいる努力を、サンゴ礁を守っているという事を目に見える形にして、それを商品につけてもらい、商品の付加価値を上げるような仕組みができればと考えています。また、消費者もそのマークがついている商品を選択的に買うことによって、サンゴ礁保全に関わることができる。そのような様々な方が参画できるサンゴ礁の保全の仕組みというものを、私たちはこの認定制度を通して構築していこうと考えています。

私達の生活からサンゴ礁に与えているストレスと受けている恩恵は、いろいろな矢印がありますが、まさにそのいろんな恩恵を受けている矢印やダメージを与えている矢印の中で、どこでどういう関係性の上に認定制度を設定すればよいかということ、私たちは様々なステークホルダーの方から聞き取り調査を実施しました。これは、認定制度の制度設計をおこなうためのもので、例えば、赤土が流れたら、その赤土対策がやっている農家がある、このような赤土対策をやっている業者にですね、マークを与えることが効果が産まれるのではないかと。

具体的には、閾値を用いて何をもちいて保全しているか、ということはしっかりした裏付けをもって認定制度を設けたいと思っています。あとは、事業者が認定を受けることで、インセンティブしっかりと受けられるというのも前提として考えています。

この認定制度を実施することによって、赤土を例にしますけれども、赤土がサンゴ礁に影響を与えている、ということは皆さん周知の事実かと思うのですが、今までは、赤土を流している農家が、どうしても悪者になってしまっていたんです。でもその対策を農家だけに求めることはできません。なので、この認定制度の仕組みを作ることによって、「農家の方々、あなたたちが悪いんじゃない。そうじゃなくて、みんなで対策を進めて行こう。」という参画の輪を広くすることも、この認定制度にはできると考えています。

私たちが参考に行っている制度があって、アメリカのオレゴン州のコロラド川の流域で実践している Salmon-Safe という認証制度があるんですけども、これは川を上るサケを守るための取り組みです。川の流域にあるブドウ畑の農薬の量だとか、土砂が流れないように取り組みをしている畑には認証を与え、ワインのボトルにマークをつけている。ホップも生産しているので、ビールにもこの認証を受けているものがあります。あと、スポーツ用品メーカーのNIKE本社も Salmon-Safe 認証を受けています。川では、ダムによる水力発電をやっているんで、「コロラド川で発電をしている電力会社から電気を買わない人たちは認証制度をあげます」そういうおもしろい取り組みをやっている制度です。私たちも、この事例を参考にして、石西礁湖が、このような取り組みを実践できるスケールに当てはまるんじゃないかという考えで、このような Salmon-Safe 認証を参考にして進めていきたいと思っています。

去年、この認定制度を進めるために、島内の各ステークホルダーの方、だいたい50人くらい、にヒアリングをして、サンゴ礁に与えている影響、逆に受けている恩恵という関係性を把握するための調査を行いました。今後は、サンゴ礁に与えている影響と受けている恩恵にどういう種類の矢印があるか、そのどこの矢印のところに、認定制度を設ければ効果的かということを検討して、具体的な制度設定に向けて努力していきたいと思えます。

ゼロからスタートしているところですので、皆さんの知恵やお力が非常に必要だと思っています。今後とも何かご意見やご指導がありましたら、ぜひよろしくお願いいたします。以上です。ありがとうございました。

(土屋誠氏)

ありがとうございました。新しい制度の提案を含めて、興味あるお話を伺いました。休憩を取りたいのですが、その前に、今までの6つの発表について、一つ二つ、何か質問したいと、いう方がいらっしゃいましたら、どうぞ挙手をしてください。どなたにお尋ねしたらいいか明確にご質問してください。いかがでしょうか。どこかで手が挙がりました。はい、お願いします。

(長田智史氏)

鹿児島県庁の自然保護課の長田と申します。東京農業大学の中西先生のご発表、大変興味

深く聞かせていただいたんですけれども、施肥の時期が効果的でないということが地下水の中の硝酸イオン濃度等から言えるということでしたけれども、例えばこの施肥ですと、その土に施用した肥料のうち、どのくらいの割合が無駄に地下に流れちゃっていますよ、みたいなことが農家さんに説明できると、かなり説得力が出てくるのかなと思うんですけれども、そういう試算というのは可能でしょうか。

(中西康博氏)

そういうふうな実験系を組めば可能なんですけれども、ちょっと一般論からお先に申し上げますと、日本の化学肥料の窒素質化学肥料の平均的な利用率は4割とされています。だから6割はどこかに行ってしまう。ではどこに行くかということですが、場合によってはアンモニアとして大気中に揮散するものもあるんですが、これはあんまり比率は大きくないのかなと。そうすると、6割のほとんどが最終的には水域に流れ出す。その水域っていうのはまず地下水か河川水かですけれども、それを經由して最終的にはやはり海に。地下水っていうのは循環の速度がですね、大陸なんかっていうのは万年単位になる場合があるんですけれども、宮古島くらいだと週単位なんです。1週間とか2週間くらいの速度で回ってます。だから地域環境にとって非常にリスクです。私が申し上げた夏植えサトウキビの初期の施肥っていうのは、95%くらいは利用されていないんだと思います。

(長田智史氏)

はい、分かりました。

(土屋誠氏)

他の方へのご質問ということでお願いしたいと思いますが、どうぞ。

(質問者)

慶応義塾大学の沼と申します。WWFの鈴木さんの発表を、非常に興味深く拝聴いたしました。色々なサンゴ保全対策がある中で、認証を用いる対策は、一部の人だけができる対策ではなく、例えば海のない県でも、その財を購入することで協力できるというかたちで、全国的な取り組みができるのではないのでしょうか。その意味で、認証を消費者に広めるのは非常に重要だと思います。一方で、赤土を出すのはサトウキビだと思いますが、サトウキビは、多くの場合は原材料として企業が買うわけですね。そうすると、消費者が直接サトウキビを買うのではなく、環境に配慮したサトウキビを材料に使っているかどうかを判断して消費行動に反映させなければならないと思うのですが、その辺の啓発の仕組みは、どのようにされているのでしょうか。

(鈴木倫太郎氏)

はい、サトウキビについてはですね、石垣島の方にまさに原材料のショ糖の生産をしているのでその制度設計をどうぶつけるのにかけているのが非常に難しい問題だと思っています。ただし石垣島以外の島では純粋な黒糖を作っていて小さな農家が飴を作っていたり黒糖を作っているところがあるのでそういうところが一つのブランド化であるとか、まあ認定制度の可能性というのは十分考えられると思います。ショ糖については、やはり私たちも本当にどうしようかっていうところで考えているところなんですけれども、そこは周りに植えているグリーンベールの植物について、何か付加価値をつけることができたりとか、そういうことでなにか対策ができるのではないかと考えているところです。

(土屋誠氏)

はい、ありがとうございました。もうひとつ。はい、お願いします。別の方にお願ひしますね。

(質問者)

質問自体は比嘉さんにお聞きしたいんですけども、今日の発表とちょっと違うのかも知れないんですが、衛生環境研究所の金城さんの方から、様々な栄養塩とかの、ここより下げればいいんじゃないかという数値が示されましたけれども、そういうものを使ってWWFの認定制度につながっていくのかなと理解したんですが、恩納村さんではホテルの水質基準とか、早くから取り組まれていますけれども、実際にどうやったらうまくいくとか、事業者の皆さんの理解を得ながら、制度を作るうえでのなにかヒントとなるようなことを教えていただければありがたいなと思って質問をしました。ありがとうございました。

(比嘉義視氏)

ホテルの汚水排水の件に関してはですね、まず漁協の方で、紳士協定、ホテル側と。COD、BOD、SS、を10ppm以下ということでやっています。それでいくつものホテルと締結すると、村の方に条例を作ってもらって村内全域に適応をするっていう方法です。最初、海の近くのホテルと紳士協定。はい、そうです。民事ですね。漁協と民間同士の協定です。

(土屋誠氏)

ありがとうございました。申し訳ありませんがあとは個別にお尋ねください。それでは壁にかかっている時計で40分から再開します。休憩に入ります。

(司会 岡野隆宏調整官)

はい、それではこの休憩中ですね、できればアンケートの方御協力いただければと思いま

す。ご意見等ございましたらアンケートにお書きいただければ後程の意見交換会で参考とさせていただきますと思います。アンケートにつきましては、近くにいるスタッフ、腕章をつけている者、手を挙げてもらっていいですか、腕章つけているスタッフの方々、にお渡しいただければと思いますのでよろしくお願いたします。

休憩後

(土屋誠氏)

報告はあと2つあります。「市民によるサンゴ保全の取組について」という演題でコーラル・ネットワークの宮本さんにご発表いただきます。よろしくお願いたします。

(宮本育昌氏)

皆さん、こんにちは。コーラル・ネットワークという団体の事務局長を務めている宮本です。これはボランティアの活動で、普段は会社に勤めています。本日は「市民によるサンゴ保全の取組について」をご紹介します。これまでの発表でも既にいくつか紹介されていますので、私は「市民としてこんなことができる」ということを中心に話をさせていただきます。

内容は、「市民によるサンゴ礁の白化状況の把握状況」、これはこれまでの発表の追加です。それから「市民ができること」。最後に「白化の対策」です。

昨年度の市民レベルでの白化の状況把握をまとめました。先ほど鈴木さんからWWFの話が出ましたし、山野さんからサンゴマップの話がありました。鈴木さんから白化状況を発信するという話もありました。私はリーフチェックという市民と科学者と地元の方々によるサンゴ礁のモニタリング、「サンゴ礁の健康診断」を国内で推進しており、2016年は16地点で実施しました。

後ほど写真もお見せしますが、先ほど比嘉さんのお話の中にもありましたように Google Street View が海の中にも入りました。これも白化現象のデータを取っていると言えます。また、サンゴマップでは、「全体的に白化した」「部分的に白化した」という状態をこのマップ上に掲載しています。私もサンゴマップを2008年に立ち上げた時から実行委員を担っており、山野さん・鈴木さんたちと一緒に進めてきました。去年は、これから白化するという予測があったので、知り合いのマスコミの方にお願して新聞に載せていただき、自分たちでもSNSやメール等で発信して、一生懸命にデータ登録を増やす努力してきました。

ポスターがないということで画像を若干お見せしますが、これは白化状況発信プロジェクトです。「八重山地区」「宮古地区」のボタンを押すと写真が入れ替わります。それぞれの写真には、どこの地点で誰が撮ったかという情報が掲載されています。このポスターのPDFが掲載されており、A3版でダウンロードができるようになっています。

リーフチェックがどのようなものか御存知ない方も、もしかしたらいらっしゃるかと思

うので御紹介をします。モニタリングの一手法で、水中に100mのメジャーを引き、魚類・無脊椎動物・底質について調査するものです。「素晴らしいサンゴ礁をいつまでも楽しむ」ために、「みんな」で「年1回」実施します。1997年から世界中で実施されており、日本でもこれらの地点で実績があります。黄色い地点は昨年度も実施をしています。白い地点は残念ながら継続していません。私は渡嘉敷島と石垣島のフサキ沖を担当しています。フサキ沖のリーフチェックを5月の半ばに実施しますので、もしボランティアとして参加いただける方がいらっしゃいましたら、ぜひお願いしたいと思います。

調査結果はリーフチェックのホームページに載せています。サンゴのマークはデータがあるという印です。このように各地のデータを集めています。時々、台風などのため中止になることもあります。

この写真はGoogle Street Viewの一覧です。右下の写真だけサンゴ礁ではなく玉泉洞で、それ以外はサンゴ礁域です。それぞれ見ていただくとお分かりのように白化しています。こちらはさきほど発表があった恩納村です。一つだけ拡大をします。竹富の南です。これは一部分だけ見えているのですが、Google Street Viewのストリートマップでは、画面をつかんで回すことができます。上にも下にも一緒にぐるぐる回せます。皆さんのお手元のパソコンでインターネットにつないでいただいたら、それらを見ていただくことができます。これは市民ではなく企業ですが、民間の取組の一つです。この取り組みをもっとたくさんの地点で実施すれば、これらも一つのデータになると思っています。

これらの取り組みを踏まえ、市民ができるサンゴ礁保全についてお話したいと思います。今日来ていただいている方には、研究者・専門家の方が多いと思いますが、一般参加をしていただいている方々には市民の方も多いと思いますので聞いてください。

私が普段住んでいる神奈川県はサンゴ礁域ではありません。自分自身がサンゴ礁域を訪れるのは年間せいぜい1週間以内ですから、サンゴ礁域に対して直接貢献できることは非常に少ないのが実情です。そこで、市民が都会でできることを中心に考えてきました。それは、「気候変動を抑制する」、「サンゴ礁の状態を記録する」、「発信する」、「保全を支援する」です。

具体的に説明します。「気候変動抑制」については、まずより一層の省エネを楽しく実施することです。「楽しく」の部分は議論になるところかも知れませんが、我慢する省エネは続かないと考えています。都会の人が一番貢献できるのがこれだと思っています。逆に言うと、沖縄に住んでいる方にはあまり響かない点かもしれないのですが、沖縄でも実はできることがあります。それは再生可能エネルギーの使用量を増やすことです。電力が自由化したので、どこの電力でも買えます。沖電の電気じゃなくても、再生可能エネルギー100%の電力会社と契約してそれを買うこともできます。そういう人が増えていけば、再生可能エネルギーの生産量が増えていくのでCO₂が減ります。それから、ゼロエネルギー住宅を作り出している会社が2社くらいあります。それを買うというのも、沖縄の気候風土に合っているかどうかという懸念はありますが、できることです。そして投資です。最近、社会的責任投

資が流行っており、グリーンボンドについて少し前に環境省もガイドラインを出しました。こういうものに投資する。それからいろんな会社の株式を買い、株主総会で発言する。こういうことをやっていくと、より気候変動を抑えることができます。当然ながら我々は市民として政策を提言する、もしくは政策を支援するという役割もあります。

次に、「記録をする」です。モニタリングはボランティアとして自分で実施するだけでなく、いろんな組織に「モニタリングが必要ですよ、やってください、やりましょう！」とすることができます。これは他人任せに聞こえるかも知れませんが、正直都会に住んでいる人にはなかなかモニタリングに参加する機会がありません。ですから、せめてお願いをして、「じゃあやってあげようか」という人たちを増し、当然ながら言うだけではなく支援する、寄付する、会員になるということができます。

そして「啓発、発信」です。沖縄でもそうかもしれませんが、残念ながら、多くの人はサンゴ礁のことを知りません。私はサンゴ礁が大好きですし、ここにいらっしゃる皆さんもきっとそうだと思います。でも、私が都会でサンゴ礁の啓発を20年近くやっていて思うのは、本当にサンゴ礁のことを知っている人が少ないのです。ましてやサンゴ礁の危機についてはもっと知られていません。先ほどの話の中でもありましたが、白化したサンゴを「美しい」と思い、そのあとで真っ茶色になってぼろぼろになっていくということまでは思い至りません。サンゴが白いのはどんな状態か、人間でいうと病気で危険で死にそうな状態だということを知っていただき、だからこういう保全の取り組みをやっていこうよ、と伝えています。ただ、危機だけ伝えてもあまり人は動きません。何をしたらいいか教えてあげることが必要です。「教えてあげる」というのはとてもおこがましい言い方かもしれませんが、言い換えれば「提案する」です。人の心に響くものは色々あります。様々な種類の取り組みを、色々な機会に提案することで、何かできるようになると思っています。ここでも、私たちができることの一つに政策提言があります。

最後に「保全支援」ですが、最初は「自分も応援していますよ」と言うだけでもいいと思います。言っていると、そのうち自分でも何かしたくなると思います。イベントに参加する、寄付する、購入する、というもできます。まだ私が知らないだけかもしれませんが、ふるさと納税でサンゴ礁を保全している行政がもしあったらぜひ教えてください。私もPRしたいと思います。別の生態系や別の社会課題についてのふるさと納税があるのは知っています。行政の方には、ぜひこのような仕組みを作っていただきたいと思っています。それから「サンゴ礁保全に取り組む企業を応援する」ために「その企業の商品を買う」という手があります。それから当然ボランティアがあります。例をご紹介します。つい数日前まで沖縄タラ号がいました。「イベントに参加する」の例として3月21日に東京であったタラ号のシンポジウムを紹介します。私も登壇させていただきました。タラ財団は、アニエスベーという服飾メーカーが設立・支援しています。ですから皆さんがアニエスベーの服を買い、その際に「タラ号の活動は素晴らしいですね」とお店の人に言うことがサンゴ礁を保全することになります。もうひとつ、オーストラリアの研究所の「50 REEFS」という白化に強いサン

ゴ礁を探そうというプロジェクトをティファニーの財団が支持しています。ですから皆さんがティファニーに行って「この活動は素晴らしいですね」と言うと、サンゴ礁の保全になります。このような取り組みをする企業が増えるように、私はこれらの企業を支援したいし、していく必要があると思っています。

最初にお話をしたように、私自身は普段は企業に勤めています。某メーカーで環境の仕事を5年くらいしています。本社勤務なので、全社の経営に関わっています。その中で思うのですが、企業は当然ながらお客様の顔を見ています。姿勢も見ています。ですからお客様として企業にサンゴ礁に関わることに取り組むよう声を上げていくことが非常に重要です。黙っていると何も動きません。言うと、動いていきます。先ほど私は株式を買って株主総会で発言するというのを言いましたが、そうでなくてもお客様として企業に働きかけることができます。企業CO2をたくさん出しています。市民もたくさん出していますけれども。それに対処するために企業に働きかけるのも重要な手段だと思います。そういう意味で市民の立場からの白化対策としては、ひとつは、市民ができることを盛りあげていくことだと考えています。気候変動抑制、モニタリング、発信、支援。できることから先に取り組んでいく。

もう一つ考えているのは、マルチステークホルダーの連携の推進です。今回、私がこの会議に出席させていただくことになった時に仲間に使われたのですが、記者発表の登壇者リストに若者と女性がいなかった。比嘉政務官は女性でいらっしゃるんですけども、専門家の中にはいない。それから企業は金城さんのみで都会にある企業の方はいない。それらの人・組織とも連携して、取り組みを強化していきたいと思っています。

それから政策提言です。何度も何度も「政策提言する」と書いていますが、今日の会議の提言にしてもそうですが、実行することが重要だと思います。色々な会議でとても良いことが言われてきました。それをやらなきゃいけないと思います。それらが実施されために、市民としてどう応援したらいいか。要するに税金をどうサンゴ礁保全につけるように仕向けるかということについて、沖縄の方は納税者ですから県に対して働きかけられると思います。私は県外在住の立場で何か貢献したいと思います。

そのような問題意識から、私は生物多様性条約などの国際会議に参加し、国際レベルのサンゴ礁保全の取り決めを日本の政策に反映したいと考えてきました。その一つが国際サンゴ礁年の活動だと考えています。来年2018年は第3回国際サンゴ礁年です。第2回目の時には、環境省が作った実行委員会に私もボランティアで参加しました。企業勤めなので、委員会がある日は半休を取って参加をしました。そのくらい昔からずっと私はサンゴ礁保全の普及啓発に取り組んできましたが、そのような人はもっとたくさんいると思います。来年の国際サンゴ礁年はもっとたくさんの方の力を活用して、できるだけ連携して、世界とも連携して盛り上げていけたら、と思っています。市民にはそういう力があるし、もちろん研究者の方々にもそういう力があると思います。ぜひ色々な方と一緒に取り組みたいと思います。

以上です。どうもありがとうございました。

(土屋誠氏)

ありがとうございました。アクションがとても大切だということは、皆さん皆さんは理解しておられると思うんですけども、どのように進めていくかというところに、大変難しさがありますので、できる限り今日議論できたらと思います。報告はもう一件ございます。最後の報告は、笹川平和財団の古川さんです。緊急対策に沿岸域の管理がどう関わっているかというようなお話になると予測しております。よろしくをお願いします。

(古川恵太氏)

御紹介いただきました古川です。どうぞよろしくをお願いします。最後の報告ですので、頑張っていきたいと思います。1つ前で、マルチステークホルダーという言葉が出てきました。また皆さんの発表の中でみんなが参加できるような仕組みづくりという言葉が出てきました。それを実現する1つの御提案として、沿岸域の総合的な管理という考え方について御紹介したいと思います。私は海洋政策についての勉強をしております、それを例えば持続的に進めていくためにどうしても、市ですとか町ですとか県ですとか、と言った行政との関わりが大切ですし、それを支える国という仕組みも大切ですし、さらに国が指針にしている世界的な動きというものと連携ができたと思います。私の報告には一切データが出てきませんので、御安心していただけたらと思います。人間が地球に対してこれぐらい足跡をつけていたと思ったらもっとでかかった...。というところで、年々様々な行動計画が作られてきました。大元は、海洋は自由に使える所というところと皆さんが承知していたものを、国連海洋法条約、1992年に批准され、94年に発行された。それをさらに持続可能な開発についてはどういう行動計画をしていったらいいのかというのを順番に考えてきて、10年ごとにやっているんです。毎回行動計画を出して、なかなか進まない。この2015年くらいから物事が動き始めて、自由から管理という流れのさらにその次に行こうじゃないか、行動しようじゃないか、ということで持続可能な開発目標というのが17制定されました。これは2015年に制定されていますけれど、そのうちの14番目が海洋と海洋資源の保全、及び利用に関することでございます。その目標を設定するだけで終わらず、実行するためにはどうすればいいのかという会議が今年の6月に国連の本部で実施されます。この中で重要視されていることが3つあります。1つは、マルチステークホルダーがちゃんと関与していく、約束をして、その約束を実行する。というような仕組みを作っていこうじゃないか、ということで、ボランティアコミットメント、自発的な責任というんでしょうか。「これを私たちはやります」というのを国連のサイトに登録して、それが5か3年ごとか、まだどれくらいの期間になるか分かりませんが、誰がどこまでやったか、という反省・評価をする。会議そのものの中では、パートナーシップダイアログというようなものを作って、7つの大きなテーマで様々な人たちが話をする。国連っていうのは普通、国とか国際機関加盟国の関係者

しか入れないんですけど、この会議の時にはNGOの人も、事前登録すれば入れるということで、我々も参加して参りました。二番目に生態系の保全生態系というようなことが書いてありますし、3つ目のテーマで海洋酸性化のことが取り上げられる、というような予定になっております。この成果を“Call for Action”という、行動を求める直接的な成果文章にまとめることが予定されている。ぜひ、日本の政府も、また、日本中の人もこの会議に出かけ、日本からの発信、今日話したようなことの発信というのをさせていただきたいと思えます。パリ協定については、話が出ていますので、御紹介を一点だけさせていただきたいと思えます。こちらもちょうどやはり約束をしてそれを実行する枠組みがあるということを経済省さんの方からも御紹介いただきました。具体的に、“National Determined Contribution”というNDCという約束事を提出して、どういう風になっているか、5年ごとにチェックしていきましょう。もう既に日本を含め108か国がその約束を1月時点で提出しています。その中には、例えば温暖化ですとか海面上昇、海洋酸性化、汚染に対する適応策といった海に関係することがたくさん入っています。国連の加盟国は必ずしも海に面した国ばかりではないですけれども、6割近くの国々から海洋に関する記載のあるNDCが提出されています。もちろん日本も出しています。ただ、書いてあることは、主には緩和策の方が主で、適応策にあたるようなことが残念ながら今のところは記述がございません。ここで話している熱気と少し相違があるのかなと思えます。また次のNDCが出せる時には、そういったことも加味されていくのではないかと期待をしているところであります。話は沿岸域総合管理の方に戻しますと、そういう行動する時に、市民、企業、行政、水産業に直接的に関わっておられる方々、そういった人たちが一緒にできる仕組みというのが沿岸域総合管理といわれているんですが、それは日本では、法律としては海洋基本法という海洋に関する根本的な法律が2007年にできた時にその中に位置付けられました。それまで、様々な規則ですとか、計画、閣議決定の文書やなんかに出てきてたんですけども、なかなかそこまでいかなかった。2008年に海洋基本計画の中にも書かれましたし、2013年の海洋基本計画の中には、各地域が、こちらの「地域」は各地方地方のという意味ですけども、自主性の元、陸域と海域を一体的にそういう、沿岸域総合管理の考え方というのが出されていますし、来年第3期の海洋基本計画への改定が予定されています。そのための準備会合が開かれていますけれども、その中では環境を総合的に管理していくという言葉、またその取組が大きく取り上げられそうだとということで、とても期待をしているところであります。データがありませんと言いましたけれども、見ていただける通り、海と陸を一緒に考えなければサンゴ礁のことは、またサンゴ礁だけではないですけども、海洋のことは考えられませんが、様々な人たちが、先ほど、女性の方、子供の方、大人の方、男の方でも、様々な考え方が集まらないとそれができないというようなことが言われておりますので、そのための方法論をきちっと作って、ということが大切だと思っております。残念ながら、沿岸域総合管理を英語で略してICMと訳しますけれども、この考え方は大きく広まっていない状況です。そんな中、政府におかれましても、大型の東京湾ですとか大阪湾、伊勢湾、広島湾と言ったような所、また有明・八

代海といったようなという特定の海域に対して総合的な取組は進められていますけど、なかなかこういう小さな海域での事例が増えてきていないということで、私の研究所、財団の方では、モデルサイト事業として7つの海域、参考サイトとして、少し面白いことをやっている海域を加え8つの海域を参考に、日本型のみんなが力を携えて海域を管理するというのはどうやったらできるんだろうと、考えてまいりました。行政を混ぜてこういう取組をしていこうとすると、ある程度の枠組みと言いますか、事務手順、そういったものを示す必要がございます。これ、書いてありますが、まずベースにあるのが場を知ること。今回はモニタリングすること。また、みんなが集まって話し合う場があること。何かのために集まるのではなく、いつも集まっていて、何かがあった時もそこで話し合う、そういう定常的な場づくりが大切ということです。それと、それを話し合った結果をきちんと何かの形にまとめる。今回は宣言という形でまとまります。計画を行うのであれば、計画に対する評価ということでまとめる。文章にしておかないと人が変わった時に、次の世代にこういったアイデアをちゃんと結び付けられない。その上でみんなで実行しようではないですか、ということ。もちろん1回ぼつきりではなくて、ちゃんと評価もして、改善して、もう1回計画を練り直して、実施をしていく。そういう順応的管理という言葉で言われることがありますけど、行っていく必要がある。その中で合意形成をする。こういうふうに、みんなが話し合うというようなことがございます。なかなか話し合いに我々慣れていませんので、どうやってこういった話し合いを進めていくのかということから勉強しなければいけません。これは実は自治会の連合会の会長の方がお話していたのですが、こういう風に干拓によって埋め立てられた干潟にもう1回水門を開いて海水を導入することで干潟を再生する。そういった事業を推進していく、そういうことは住民にとってとても大切なことだから、是非我々も自分たちの関与している土地があったなら提供してでもそういうことをやっていくんだということをおっしゃっています。でもこういうことをおっしゃるまでに2年間かかってます。毎月のように会って、お話をして、徐々に徐々に皆さんの中でこれは言わなければいけない、というのが盛り上がってきて、第一声を発するまでにとても時間がかかる。それを短縮する手はあるのかも知れませんが、でも、やはり粘り強く定期的に会う場作りというのが不可欠かなと思っています。そして、これは竹富町さんで作られた海洋基本計画ですけれども、こういった計画の中にどういうことを理念として持つんですか、具体的な施策は何ですか。ということを書いていく。例えば施策の中には、生活航路、石西礁湖に作られる、開発保全航路の使い方のルール作りのために漁業者の方と、実際の船を運行する方が話し合いの場を持つ。お互いの船に乗ってみて、どれくらいのお互いの船が引き波を立てているのかというのを体験する、ということを書いたり、海洋自然の保護、保全のために、海洋保護区の導入について検討されたりして、そんなことを計画の中では施策として記載されています。まだ残念ながら改正のための評価というプロセスに入っていないので、他の地域での評価方法について例示的にご紹介したいと思います。これは志摩市の沿岸域をみんなをよくするための計画で、志摩市里海創成基本計画という名前がついています。計画

の中には具体的な取組であるとか、成果が書かれています。往々にして評価ということ、取組についてやりましたか、やりませんでしたか、という評価がされてしまう。もちろんここでもそれをします。それぞれ細かく事業がありますので、みんなで話し合った結果、ちょっとつまらなそうな顔をしている、への字口、楽しそうな顔の3段階くらいで評価をしてみると、どこがあんまり進まなかった、進まなかったことを恥じるんじゃなくて、そこをこれから、次の計画の時には良くしていくんだ、という次の方向を見るための評価であると。もう1つ切なのが、そういった一個一個個別の評価だけではなくて、その結果として何が起きたという、成果と言ったりアウトカムと言ったり、様々な言葉がありますけれども、最終版に目標に近づいたかどうかということを確認する。そのためには何が目標なのか。サンゴ礁を保全することが目標なのか、保全されたサンゴ礁のところで、人々が楽しく暮らすことが目的なのか、そこをちゃんと違えずに評価をしていく。評価の方法としては、非常に難しいですけれども、それをチャレンジしていかないと、次の施策を考えていく沿岸域総合管理という考え方を実現していくに至らない。せっかく何回も回していく時に同じ計画が何度も出てくるだけになってしまっはつまらない。実は竹富町で、そういった沿岸域総合管理に取り組んでいただけるようなことがありまして、入門研修をしました。まずはみんなで集まって、土屋先生にも講師で来ていただきましたけれども、我々の、という皆様方の方と言った方がいいのですが。この時は一緒の場にいたので我々とあえて言わせていただきますけれども、島々の宝って何だろうというところが、例えば自然、海、島ということで、多様な自然、美しく生活する場であるというような話が出てきますし、島の文化ということも出てまいりました。これはレジュメに書いてございますので、後で読んでいただきたいと思えますけれども。でも、色んな事が出たんですが、最終的には「島の人々」が我々の宝だと。ではそれを守るためにサンゴ礁を守る、というような視点で大きな目標を置くべきなんだと。そのためには人々が主体的に参加することが大切で、これはレジュメに書いてあるものと少し変わっております。レジュメに書いてあるのは所謂沿岸域総合管理、私たちが様々な地域で行ってきたことの総論として書かれているものですが、ここに特化するのであれば、自然に基づく対策と住民の参加に基づく対策の中で、竹富町のまた石垣市の海洋基本計画をちゃんと改定していくこと。宝を再発見していくこと、制度を充実させていくこと。これの制度として第三期の海洋基本計画が、これから策定が予定されていますのでそういったものを考える必要がありますし、世界の動き、NDC、ボランティアコミットメント、そういったものを出す時に、ここで検討されたようなこともぜひお考えいただきたいと思えますし、究極的には地域の人々が地域の中で、また外で人々とネットワークをつないでいく、ということの重要性を訴えて、それを今回の白化対策として評価すべき内容ではないかということで私の方からの報告とさせていただきます。御清聴ありがとうございました。

(土屋誠氏)

どうもありがとうございました。今まで御報告いただいた全ての活動の参考になる、示唆

に富む話を伺いました。これで用意した御報告は終わりですが、今の2つの発表に何かご質問がございましたら、1つ2つ、お受けすることはできると思います。いかがでしょうか。よろしいですか。では、意見交換の中でまた、何か出てまいりましたらご発言ください。

(司会 岡野隆宏調整官)

それでは意見交換の方に入らせていただきたいと思います。引き続き座長を土屋先生にお願いしたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

(土屋誠氏)

意見交換と今御紹介をいただきましたけれども、今日の大きな目的は、色々な立場の皆さんの発表をいただき、現状を認識し、さらにサンゴ礁の大切さも改めて確認しつつ、これからどうしようかということに関しまして、宣言文を出したいという目標があります。それに、つきましては1つ前のバージョンではありますけど、皆様のテーブルの前に置いてあると思います。また少し分かりやすく、ポンチ絵として描いたもの、これは、宣言文の項目の文言を記したものですので、どういう内容になっているかを概要として知るといっていいかなと思います。そして、最後の古川さんの御発表の中に成果文章を出すというような言葉が出てきました。もちろんこの宣言文も成果の1つです。でも、宣言だけではこの内容はここにおられない皆さんには伝わらない。そこでどうするかということ折々話し合ってきました。私が今から言うことを初めて聞く人もいますが、嫌と言わないで欲しいと思います。今日多くの発表をいただきました。それを記録に残したいと思うのです。こんなに重要な発表をいただいて、また意見交換をしたものを、これで終わりにはしたくない。その方法にどういうものがあるのかということを考えてきておまして、1つの可能性は本にすること。2つ目は日本サンゴ礁学会誌の一冊を特集号として使うこと。あるいは内容をCDに入れて、販売すること。販売というと金儲けになってしまってますよね。ともかく、形にして残すということが大変重要なのではないかと考えます。しかも、緊急宣言ですから、のんびりと書いてもらうわけには。割合、短い間にお書きいただいて、それをまとめたという提案をさせていただきたいと思います。どれくらいの期間か、三ヶ月も四ヶ月も待つつもりはありません。一ヶ月で書いてくださいと、厳しいことを言いたいと思います。お手伝いもさせて頂こうと思いますので、御協力いただいて、この集まりの成果を広く色々な方にお伝えできるように工夫できたらと思います。

さて、宣言文については、1つ前のバージョンではありますが、既にお読みいただいたという前提で、話を進めたいと思います。もう既に色々な御意見を頂戴しておりますので、それを新たに盛り込みながら、あるいは削除しながら考えていきたいです。それから、アンケートをたくさん頂戴しています。実際に誰が活動するのか、どんな風にお金を取ってくるのかという、具体的なところの御質問は非常に多くいただいております。もっともだと思いますが、今日この場で具体的なところまで決めるということはなかなか難しい

と思います多くの方からそのような御意見を頂戴したということのを頭に叩き込んで、次のステップに進めたいと思います。

それで、最初にこの宣言文と関連して、今までの御報告ではあまり出てこなかった内容についてコメントをいただこうと思ひまして、何名かの方をお願いしておりますので、御意見を頂戴したいと思います。サンゴ礁から私たちが得ている恵みというのは間違いなく魚であったり、貝であったり、食べ物がまず話題として出てくると思ひます。でも漁業の話、養殖の話はもちろん出てきましたけれど、魚の話などは少し手薄だったような気がします。専門家が来ていらっしゃると思ひますので、その話を、漁業の話、魚の話等を、難しいかも知れませんが、サンゴの白化と関連させてコメントがいただけないかと難しい注文をしておりますので、西海区水産研究所の名波さんから最初に口を切っていただけないでしょうか。

(名波敦氏)

西海区水産研究所の名波と申します。よろしくお願ひいたします。私はサンゴ礁の魚の研究をしておりますが、漁業対象となる魚と、生態系サービスに貢献する観賞魚の研究をしています。サンゴの白化によってサンゴが死ぬと、魚にどのような影響を及ぼすのかということをよく尋ねられます。住み場所や餌となるサンゴが死ぬと、それに伴って魚が死ぬという大雑把な話は皆さんすぐに御理解いただけると思ひます。しかし、その一方で、水産的に重要な魚とサンゴの関係については、魚の種類がかなり多いので、まだまだ調べられていないことがあります。従って、水産的に重要な魚に対するサンゴの白化の影響については、今後解明することが益々重要になると思ひますので、サンゴと魚の研究をバックアップしていただけるような体制があれば大変ありがたいと思ひます。もう一つは、実際にサンゴが白化して死んでしまっても、白化に強いサンゴの種類があるというお話を先ほどの発表でも勉強させていただきました。サンゴが白化してしまったら、サンゴを回復させるという方策はとても大事だと思ひますが、その一方で、サンゴが局所的に生き残っている場所があること、あるいは、白化に強いサンゴが魚の住み場所になっているということも、結構分かってきています。従って、そういうデータをきちんと整理した上で、サンゴが生き残っている場所をエコツーリズムの場所として利用すれば、ツーリズムで生計を立てている方への影響が最小限に抑えられるかも知れませんが、ただし、サンゴが生き残っている場所が限られてしまった場合、そこに利用者が集中することが考えられるので、適切で持続可能なツーリズムの推進という意味でも、生き残ったサンゴをどのように利用していくかを考えることが必要だと思ひます。

(土屋誠氏)

ありがとうございました。お話の中にツーリズムという言葉も出てまいりましたが、今日

の話題の中にツーリズム、観光面の話題がほとんど出てまいりませんでしたので、その分野からのコメントも頂戴したいと思ひまして、コメントを日本交通公社の寺崎さんをお願いしております。よろしくお祈いします。

(寺崎竜雄氏)

公益財団法人日本交通公社、寺崎と申します。本日の緊急対策会議のテーマであるサンゴの大規模白化と観光にはこれまでの研究結果を伺っていると直接的な因果関係がないようですが、観光利用は少なからずサンゴにインパクトをもたらします。資源管理にも責任を持つ観光を進めていく、持続可能な観光に取り組む必要性は自明なことだと考えています。折しも、UNWTO、国連の世界観光機関が今年を持続可能観光年と位置づけ、様々な取組を活性化させていますので、このような我が国における海浜部における持続可能な観光を考える良い機会だと思っています。具体的にどのようなことをやっていくか、大きくは3つあると考えています。1つはサンゴの状態、あるいはサンゴからの恵みであるとか素晴らしさをきちんと観光利用者に伝えるような仕組み、つまり、インタープリテーションですね。ツアーの形態としてはエコツアーと言っていますけれども、そういったことを充実していくことがまず大事なんだと思っています。2つ目はやはり観光利用による何らかのネガティブなインパクトが見られるようであれば、観光利用者の行動を抑制したり、誘導したり、調整したりというような、ローカルなレベルでのルール作りがすごく重要になると考えています。3つめは資源管理に関して今我々の中でもきちんとした資源の状態を保たなければ観光事業は続けられないし、観光者にとってもですね、大きな喜びや感動であるとかは伝えられないわけですから、その資源を管理するための方法として、受益者負担、つまり保全に関して、積極的に利用者が関わっていくこと。それは費用負担面も含めてという文脈で最近言われていますが、そういったこともそろそろ考えていっていいのではないかと考えています。ただ、こういうようなことは理屈では分かってはなかなか現実に仕組みをつくることは難しいので、先ほど各先生のコメントにもありましたけど、地元関係者が十分に話し合っていくことが重要だと思っています。その際に、やたらに感情論に走らないように、きちっと科学的データに基づいた議論が進められるような土壌づくりが必要だと思っています。特に資源の状態については、今日たくさんデータを御紹介していただいたように状況を把握する材料があるんですが、そういった面だけでなく、利用者に関わること、単に人数だけではなくて、彼らのそこに訪れた時の満足度なども含めて把握する必要があると思います。また、利用者を案内したりサービスを提供する観光事業者である地元の観光経済が、どのような状態であるか、どのように変遷してきているかを知ること重要で。さらに、そこに生きている人たち、生活者、住民の意識というものがどのように変わってきているか。つまり、このような指標データの変遷、モニタリングというのをきちんとやっていく。あるいはやられているのだとすると共有する。最近僕があちこちで言っているのが、モニタリングの縦割りが随分あるように感じているということ。あるところにデータはあるので、それを集めて1つの

テーブルに乗せて話すようなことが重要なんだと思っています。次に、これまでとは文脈は変わるのですが、緊急対策が必要じゃないかと思っているのが、外国人の旅行者への対応です。今朝か昨日のニュースでも中国人の観光ビザに関する若干の緩和の話が政府でされていると伺いましたし、2020年には日本を訪れる、訪日観光客数を4000万人にする。沖縄の第五次観光振興基本計画は2021年を目標年度としていますが、その中間見直しでは1000万人から1200万人まで目標とする入域客数を上げています。その増加分の200万人はすべて外国人客を想定しています。また、そのほとんどはクルーズ客の増加という根拠になっているようです。クルーズ船を利用して、一度に数千人の人が訪れるとどうなるか。何十台ものバスに分乗した外国人がお土産屋さんに行ってくれるならありがたいですけど、その何分の一が一気にどこかのビーチに行って、みんなで、さーいけ！というような状況は想像したくないですね。何らかの対応策が今求められているような気がします。

(土屋誠先生)

ありがとうございます。蓄積されている多くの情報を整理するというのは並大抵のことではないのですが、しなければならぬ時には努力する必要があります。それで、外国人の観光客の話も出てまいりましたけれども、こういう目的を持った活動をする時に、日本だけでなく、諸外国の情報を色々勉強しながら進めていくという方法も重要かと思えます。それから、どうしても沖縄中心の話題になってしまいますけれど、サンゴが生育している他の地域との連携というのは必ずや重要なものになりますので、ご意見を頂戴したいところです。先ほどのいくつかの発表の中で名前が出てまいりました野島さんは現在ふたばという会社にお務めです。けれども、九州大学時代から、鹿児島県で、あるいは沖縄県石西礁湖で、あるいは諸外国で色々な活動をしてきておられますので、ご経験を基にコメントをいただければと思います。

(野島哲氏)

今、ふたばという福島県のコンサルタント会社に所属させて頂いています、野島と言います。今回、色々お話しただけなのですが、いろいろな所でのプロジェクトに今まで関係させて頂いています。サンゴの白化につきましても、1998年、2007年、それから今回の白化についても、若干の関係をさせて頂きました。コメントを何か言ってくださいということだったので、1つ目は、今ほとんど、琉球列島弧の礁池内に健全なサンゴがないという事実ですね。2007年の時には、石西礁湖とその他の島に健全なサンゴ群集が残ってまして、その時に金城浩二さんがお話になりましたけども、高温耐性を持った、あるいは紫外線に対して耐性を持った種類が生き残るんじゃないかと密かに期待していたんですけども、今回のサンゴの白化で全部それがなくなってしまって、だんだん暗い気持ち

になってしまっていたんですけども、世界的に見ても、いろいろな所でフェイズシフトって、いうんですか、以前の景観と違ったようなサンゴ礁ができつつあるというふうなことが起こってまして、今はまだ、世界的な政策としてはサンゴ礁の修復というところに、これも金城浩二さんが言われましたけれども、待たなし、というのが私の感じるところであります。以上です。

(土屋誠氏)

ありがとうございました。待たなしだから、何かをしなければいけないわけです。そこに向かってここに集まった皆さんで進んでいくことができれば素晴らしいと思います。沖縄中心と言ってしまうかもしれませんが、頼んでありませんが、四国で活動しておられる、岩瀬さん。何かお話を聞きながら、言いたいことなどが出ていないでしょうか。

(岩瀬文人氏)

突然のご指名でちょっと慌てておりますが、四国も去年は少し白化が始まって、これはもしかして大変なことになるかなと思っていたら、折よく、ちょうど良くくらいに台風が来て、大きな被害はなくて済みました。ただ2010年にはかなり死亡群体があるような白化もありました。今、四国全体としては、サンゴは増えている状態なのですが、一方でオニヒトデなどによる攪乱もなかなか激しい、非常に不安定な状況です。漁業者からは海藻が欲しい、サンゴなんて欲しくないと言われてしまう、という非常に難しい状況です。このような状況の中で今、サンゴの保全のためにどういうことをやっていくのか、人の暮らしがどんどん疲弊していく中で、できることが少なく、今その中であがいています。サンゴの白化というのは単純にサンゴが死ぬだけではない。サンゴが死ぬことでその後起きる生産力や生態系の安定性の低下が非常に大きな問題だと思っています。四国も安閑としてはられない。サンゴはたまたま白化がそれほどひどくなくても、同じ時に海藻が大量死したりしますので、同じような現象が起きてますね。何か取組をしていきたいと思っておりますが、まだ、具体的に何をすれば良いのか、難しいと思っております。

(土屋誠氏)

ありがとうございました。それぞれの地域が抱える問題というのは、似たところもあれば違ったところもありますので、一筋縄ではいかないということは理解したいと思っております。多くの方に御意見を頂戴したいところではありますけれど、時間的な制限もありますので、緊急宣言のとりまとめも気にしながら進めてまいります。実は昼休みに少し意見交換をしております。その時に様々な意見を頂戴しましたし、アンケートの中でいただいた色々な文言をうまく散りばめながら改良するという努力も、隣の人が一生涯懸命、コンピュータを打ちながら頑張っております。最初に茅根さん何か、ご意見をいただけますか。

(茅根創氏)

昼の会合でも申し上げたんですけど、簡潔にもう一度繰り返しますと、この宣言は昨年の白化を受けて今後何ができるかということを考えるそういう宣言なのであります。“Think globally, act locally”の“Act locally”の方をどうしますかということ、主に具体的にこれから議論して、あるいは宣言に盛り込むのだと思うのですが、それにしても、昨年の白化というのは、いかにAct localしても、高水温になられてしまうと、これだけになられてしまうと、もう努力が水の泡になってしまうという、そういうことだと思います。そういう点で、1ページ目の、下から7行目のパリ協定の目標の達成に向けた取り組みを推進する必要があります。このパリ協定をなぜ守らなければいけないかというのは、まさに昨年のこの20年間のサンゴが白化で示していたことですので、それがかなり具体的に、私の報告でもお示ししました通り、分かってきた。2度上昇すると、もうサンゴは大規模に白化するということがはっきりと分かりました。パリ協定を守らなければいけない理由として、その1つ上のパラグラフでIPCC第5次報告書によれば、水温の上昇が継続すれば、サンゴの白化現象が増加しとありますが、ここは具体的に気温の上昇に伴って水温が2度上昇すれば、サンゴが毎年大規模に白化してしまっって壊滅的な打撃を受けるということをきちんと盛り込んで、そのためにパリ協定の順守が必要なんだという、そういう流れにさせていただきたいと思います。パリ協定に関しては、最後の4ページ目の10番のところで、これを生態系の危機と受け止めて、パリ協定に従って温室効果ガスの削減を進めなさいということですけども、これはサンゴ礁のことだけではないと思います。サンゴ礁がいち早くこの危機を伝えているだけであって、今後さらに他の生態系が続いていくことは間違いありませんので、ここは10番は、白化は地球温暖化と環境変化に対して最も敏感なサンゴ礁の警告と受け止め、サンゴ礁生態系と地球の生態系を保全するために、パリ協定の目標の達成が不可欠だというような、より一般的なメッセージにしたらどうかと思います。

(土屋誠氏)

ありがとうございました。今ご提案いただきましたような内容を盛り込んだ改良案を作っております。その他、いくつかの点で、意見をいただいています。例えば、サンゴ礁に大きな影響を及ぼす要因というのは白化だけではありません。その部分は書いてあるのですが、オニヒトデの発生、あるいは最近よく話題になっておりますサンゴの病気のことにも記述しろという、もっともなご意見もいただいておりますので、盛り込んでまいります。それから4ページの9番、ここは改めて宮本さんにもお伺いしたいところですが、地域横断的な連携推進というのは、サンゴ礁が存在する場所に住んでいる人々と、そうではない、具体的には東京とか名古屋とか、大阪とかの人たちとどのような連携を組むことができるということも含めたご提案だったと、理解しております。そこで、サンゴ礁域の取組を支える観点ということで、このような文言を挿入しておりますけれども、科学的にいうとサンゴ礁という

言葉はリーフを作っていないとサンゴ礁ではないと言われてしまいそうですけれども、あえてそれを表現するならば、サンゴ分布域という言葉を使うのかとか、どのようにご提案をうまく反映させるか、というところは悩んでいるところですが、宮本さん、これでよろしいでしょうか。それとももう少し改良の方がよろしいでしょうか。ご意見がいただけると大変助かります。

(宮本育昌氏)

誰に読んでもらいたいかということを考えることで変わるとは思います。我々の活動の中では、サンゴ礁だけではなく、サンゴ群集域も調査の対象にしています、と言っています。ですが、私が読んでもらいたいのは市民であり、その中で幅広い人に理解をしてもらい易いと言葉という観点で言えば、「サンゴ礁域」が良いと私は考えます。

(土屋誠氏)

ありがとうございます。この文言につきましては、私も何度もやり取りをさせていただきましたし、この中の何名かの方ともメールでやり取りをしました。昨日は数時間に渡って、一文一文チェックをしたつもりでありますけど、さらにまだ改良の余地があるようです。環境省の奥田課長から、今のことも含めて全体的なコメントをいただけるとありがたいと思います。

(奥田直久課長)

はい、ここで振られるとは予想していなかったのですが、今の点だけ最初にコメントさせていただくと、まさに、宮本さんのご指摘は非常に重要なポイントで、今回特に、サンゴ礁域で中心に活動されている方が多かったのですが、それ以外の方々を巻き込む、参画を得るということぜひ含めた言葉にしたらいいのではと思っています。サンゴ礁域以外の様々な主体が参画するような協力のネットワークという形ができたらいいなと思っています。全体的なところでは、当初、この宣言を想定したときには、この宣言で全ての具体的なプランは出せないだろうけれども、今日参加した方が持って帰る、もちろん環境省としてやるべきことはきちっと示すような形で、沖縄県をはじめサンゴ礁域の県・自治体、もしくは研究者の方々、民間の方々、それぞれが実施できるような材料を宣言の中に織り込むということが重要だと思っており、また、メッセージとしては、一般の方々にはこういった問題が起こっていて、自分たちは一人ひとり何ができるかということを考えてもらう、その材料になればいいなと思っています。全体として大きなものになってしまったので、先ほど参加者の方とも一部話していましたが宣言そのものは宣言として最後に採択していただくとともに、コンサイスなものは、普及する段階で、また皆様方のご意見を聞きながら、もしくは、環境省の責任の下で発信していきたいと思っています。

(土屋誠氏)

ありがとうございました。奥田さんは那覇事務所にもお勤めの経験がありますので、サンゴ礁のことは非常によく理解しておられます。それでは、皆さんの方から追加の質問、ご意見等をいくつかお受けしたいと思えますけど、この緊急宣言案につきまして、今までのこと以外で、何かコメント御意見ありましたら、お出しいただけますでしょうか。

(農林水産省 森美穂係長)

農林水産省から、一点だけ、3ページの4.2のところなんですけれど、先ほどコーラルネットワークや、笹川財団の方から発表があったように、この沿岸域の総合管理というのは、地域の方々の取組が主体であって、これに対して様々な主体の人たちがネットワークを生かして後押ししていこうという内容だったかと思うのですけれど、今の書き方だと農業者、漁業者、行政機関というのが、あまりにもフィーチャーされすぎているかなという感じがするので、もし書くとすれば、行政機関が最初に来るのかなと、NPOとか市民団体も中に入れていくべきなのかと、検討して言わせていただきたいと思えます。

(土屋誠氏)

ありがとうございます。順序はともかくとして、NPO等を挿入しなさいという御意見と伺ってよろしいですか。ありがとうございます。異論はないと思えますので、そのように、改良いたします。ついでですが、その2行目に書いてある、陸域と海域を一体的にとらえた取組というのは、色々な方のご指摘にもありましたところですので、サンゴ礁を取り巻く様々な環境、生態系を一緒に考えながら進めていくような姿勢は打ち出すべきだと思います。ここで改良できるかは分かりませんが、そういう意識は持っているということをご共有したいと思います。他にいかがでしょうか。

(中野義勝氏)

今の御指摘に関連してですけれども、沿岸域の統合的管理の視点というふうに4.2に書かれています。この文章の上に、陸域に由来する赤土等の土砂及び栄養塩への対策の推進とタイトルされています。今日の発表の中では、これを超えて、この四角囲み全てがそれを指すように皆さん発表されていました。ここを読者に間違いなく伝える工夫が必要かと思えます。

(土屋誠氏)

ありがとうございます。ここの難しさはですね、その4の上の四角にありますように、この4,5,6はサンゴ礁生態系保全行動計画2016-2020の重点項目に沿った書き方になっております。この行動計画に書いてないことをたくさん盛り込むということはなかなか難しいという点もありますので、当面はその重点項目を中心に書き込んだという事情もござい

ます。でも、おっしゃることは分かりますので、必要に応じて他のところでも繰り返し述べていることもありますし、工夫して参りたいと思います。ありがとうございます。他に何かございますか。

(大沼あゆみ氏)

慶応大学の大沼です。この、宣言案を拝見しまして、非常に包括的な側面からサンゴ礁の対策というのが書かれていると思いました。私は、対策が持続的であるためのところをぜひ強調していただきたいと思います。7.2で、費用対効果の評価することについてもう少し詳しく申し述べると、サンゴ礁の取組は手段のパッケージで行うべきで、色々な観点から適切な手段を取り出して使っていくべきなのですが、長くやっていく上で、主たる対策と副次的な対策というものをどうしても分けていく必要があるのではないかと思います。先ほども中野さんのお話を聞いていて、集約的に集中的に対策やらなきゃだめだということですが、そのためにもきちんとした費用対効果というのを示すことがまさに必要なのではないかと思います。ただ、山野さんや中西先生のお話を聞いていて、赤土や栄養塩の対策をすることがどれだけ効果があるのかについての費用効果性は、大変複雑であり、まだ研究がこれから必要なのではないかと思います。一方で例えば、サンゴの再生では、一本3000円で移植して生存率が20%だとしたら、一本当たり15000円という形で非常に容易に出来るはずで、是非、さまざまな手段の費用対効果というのを今後きちんとやっていただきたいと思います。

それと共に、取組みが持続的であるためには、資金調達というのを考える必要があるのではないかと思います。今日の冒頭で、サンゴ礁の生態系サービスへの支払いについて言及がございました。それは以前から言われていましたし、間接的なものは出てきてはいます。しかし、税の形での支払は、まだ実現していません。一方、森林環境税については、本格的に国レベルで検討されるようになり、森林の炭素固定という生態系サービスに対して税の形で支払を行うことがまさに現実になってきたわけです。ですから、サンゴ礁の生態系サービスに税の形での支払というものを、世界でいち早く検討され、資金調達の方策というのを探るような提案も、ぜひご検討いただければと思います。

(土屋誠氏)

ありがとうございました。この部分は大沼さんからのご提案を記したところではありますが、今御説明いただいたような生態系サービス税の支払いなどが御存知のように日本では既にいくつか始まっているわけです。慶良間では、ダイビングを楽しむ人は一人1回いくら払うとか、それから先ほども説明いただいたように、農林水産省の多面的機能への支払いというのも、これは1つの支援であって、十分にサービスへの支払いと考えることができるでしょう。あるいは、色々な国では、国立公園に入る時にお金を取る、それが保全にうまく役立てられているなら、大変結構なことです。先進国の事例を色々学びながら、私

たちもサンゴ礁を、後追いにはなるかも知れませんが、工夫をしていくことができればと思います。ここにすぐ、盛り込むことができるか、既に盛り込んでいるのか、ちょっと難しい所ではありますが、ここで議論されたことは記録に残っておりますので、今後に生かしたいと思います。今スクリーンに映っていますのは、緊急宣言の項目だけを書き出しまして、こういう内容の宣言をするよ、という要旨です。少し分かりやすくするという意味で色分けをしたり、工夫をしたりしていますけれど、宣言文とセットで公表をして、色々な人に説明する時に使うことができればと思っています。文言のことで、色々既に皆さんのお手元にあるものとは違うものになっているところもありますけれども、内容的には今日御議論いただいたことがうまく含まれていると思っていますので、これを使いながら今後の活動に生かしたいと思います。それから今非常に重要なことを指摘していただきました。資金の面ですね。これについては大変それぞれが苦勞するわけですが、環境省の立場としては、きっとこの後比嘉政務官が覚悟のほどをおっしゃるのではないかと、期待しているところですね。圧力をかけてしまいました。それほど、真剣に、取り組まなければならないということ私たちは理解して参りましょう。すぐ、今までにいただいた意見をまとめて、お手元に渡すことはできませんが、お帰りになる時に、修正したものをお配りできるよう、今準備をしていますので、それを宣言文と、最終的なものとする約束したいと思います。今まで議論していただいたものを、うまく組み込んだものを宣言文とすることを全体としてお認めいただければ大変ありがたいと思いますけれども、いかがでしょう。

拍手

ありがとうございます。それでは、お手元の緊急宣言を今までの議論を踏まえて修正したものを、最終的な緊急宣言として、今日お帰りの時にお持ち帰りいただくようにいたします。色々いただいた意見につきましては、1つ1つお答えするのが筋ですできるだけかどうか分かりませんが、例えば環境省のホームページの中で重要なところをお答えいただくかですね、色々な工夫はこれからも考えていきたいと思っておりますし、しっかりと資料として保管いたしまして、今後の活動に役立てることをお約束いたします。

(茅根創氏)

一言。発表の場所として座長から日本サンゴ礁学会の学会誌という案がありましたけれども、私、日本サンゴ礁学会の事務局長をやっておりますけれども、是非日本サンゴ礁学会の学会誌に、宣言と共にまとめていただいて、発表していただきたいと思っております。学会は1997年に設立して20年。研究者だけでなく国の様々なセクター、県、民間企業、一般の方のフラットな議論の場、さらに学会の使命としては、そういった成果を一般に広く発信するというそういう機能を唱っておりますので、是非学会を活用していただきたいと思っております。学会は

この11月に、これまでずっと任意団体だったのですけれども、法人化致しますので、そういったところでも社会的責任をこれまで以上に果たしていきたいと思っておりますので、ぜひとも、支援をお願いいたします。

(土屋誠氏)

はい。ありがとうございました。特に発表いただいた皆さんにつきましては、これから事務局と相談いたしまして、執筆依頼をお届けしますので、ぜひノーと言わないようお願いしたいと思います。それでは私の役割はここで終わりですよろしいでしょうか。

(司会 岡野隆宏調整官)

ありがとうございます。ここで意見交換を終了させていただきたいと思っております。それでは、最終版を作成させていただきたいと思っておりますので、その関係で少し休憩を取らせていただきたいと思います。

(司会 岡野隆宏調整官)

それでは緊急宣言が取りまとめられましたので、座長から一言御紹介いただければと思います。よろしくお願いいたします。

(土屋誠氏)

既に先ほどの最後のところで、皆様の御了解を得ましたので、改めて発表するという性質のものではないと思っております。意見交換の中で、これはどんどん膨れ上がっていきまして、細かいところが追加されたりした部分が多々あります。一方議論があまり行われなかったところは、かなり簡略な表現になっておりまして、少しアンバランスです。これをすべて短時間に読むのは不可能ですので、お持ち帰りいただいて、お読みいただければと思います。ただ、要旨的なところはスクリーンに映っております、ポンチ絵に記してありますのでご確認下さい。これも1つ前のバージョンを皆さんお持ちですけれども、若干の文言の修正をしております。それは今までの意見の反映されたものをご理解ください。いろんなバックグラウンド、それから今後推進すべき取組、いくつかに分けて整理して参りました。重要なことは、一刻も早くこの重要な問題を解決するためのアクションを起こすことだと思っておりますし、ここにおられる全ての人と一緒に行動をすること。ここにおられない人たちも一緒になって、重要なサンゴ礁生態系を白化から、あるいは他の攪乱要因から守っていくことを、皆さんと一緒に宣言します。ありがとうございました。

(司会 岡野隆宏調整官)

土屋先生、ありがとうございました。今の緊急宣言を受けまして、環境省比嘉奈津美大臣政務官から、環境省としての取組について意気込みの方をお願いいたします。

(比嘉奈津美政務官)

皆様、長時間にわたるご議論をありがとうございました。そして緊急宣言を取りまとめてくださいましたこと、感謝申し上げます。座長であります土屋先生、本当にありがとうございます。このようなお話の中で、一番大事なものは地球温暖化防止であるということは間違いないということは皆様と共通認識の基にこの話は進んできたものだと思いますが、こういう知見をお持ちになっている皆様とともに、情報を共有してさらにどういう方向に向かっていくかということが今日話し合って進められたこと、非常に意義深く感じております。そしてまず、環境省といたしましては、既存の予算の拡充、新たな予算要求をしていきたいと考えております。そのうえで具体的には、少なくとも次の三点には緊急に着手したいと考えております。一点目はモニタリングの推進、及び優先的に保全をすべき地域の特定でございます。まずは昨年の大規模白化の被害状況の詳細を把握するために追加調査を実施するとともに、モニタリングサイト 1000 事業の強化や優先的な保全及び、地域特定等に向けた検討を行いたいと思います。二点目は、対策を支える保全技術の検討と人員の配置でございます。地域における適切な保全対策の実施に向けて将来の気候変動の影響も考慮した新たな保全技術の必要性や可能性について検討を進めてまいります。また、必要な人員配置ができるように要求して参りたいと思っております。三点目は国民にサンゴ礁の危機を知っていただくことでございます。シンポジウム等の開催により、多くの皆様にこの状況を知っていただき、サンゴ礁への負荷を減らす行動につなげるようなことを考えております。来年は国際サンゴ礁年でございます。地球温暖化対策の国民運動であるクールチョイスと国際サンゴ年 2018 が連携して気候変動によりサンゴの白化が起きていることを訴えてまいりたいと思っております。参加者の皆様におかれましても、ぜひとも、ご自身の立場からできる取組を進めていただきたいと思います。本日の会議をスタートラインとして、これから一団となってこのサンゴの白化対策に務めていただきたいと思います。そして、私個人、沖縄県の選出の国会議員としまして、やはり、この状況を打破するには、皆様のお知恵とともに、白化してしまったサンゴが地球の危機を伝えてくれているという思いで、サンゴを救うような動きで、頑張りたいと思っております。先ほど観光の話がありました。沖縄県、実は観光者数は 861 万人。その中のクルーズ船が、那覇港、平良港、石垣港を含めると全国一でございます。これから、まだまだ、私の選挙区の本部港であったり、中楠湾、クルーズ船の整備を務めてやっているところで、たくさんの観光客が訪れると思います。それから、今、環境省としては、国立公園満喫プロジェクトということで、観光の皆様、今まで爆買いの方が多かったんですね。それを体験型という方向で、自然を楽しみ、色々体験してもらおうという方向にシフトしていこうとしている中でですね、この自然を守りながら観光していただくというような周知も含めたツーリズムを環境省としても頑張っていきたいと思っております。皆様のお知恵がなくてはサンゴを守れないものだと思います。最後までお力添えをよろしくお願い申し上げまして、今日の会合のことを心から感謝申し上げまして、環境省の宣言とさせていただきます。ありがとうございました。

(司会 岡野隆宏調整官)

ありがとうございました。それでは最後、主催者・共催者で記念写真を撮らせていただきたいと思います。

(司会 岡野隆宏調整官)

それでは最後に、共催者の沖縄県の大浜環境部長より閉会の御挨拶をいただきたいといます。

(大浜浩志部長)

皆さん、こんにちは。沖縄県環境部長の大浜でございます。サンゴ大規模白化緊急対策会議の閉会にあたりまして、御挨拶を申し上げます。本日会場にお越しの皆様におかれましては、朝 10 時から長い時間に渡り御参加いただきまして、ありがとうございます。また、この会議の座長をお務めになりました、琉球大学名誉教授の土屋誠先生、そして各種御報告をいただきました関係者の皆様に改めまして心から御礼申し上げます。ここにお集まりの皆様の御尽力により、サンゴの大規模白化現象に関する緊急宣言が先ほど取りまとめられました。この緊急宣言に基づき、関係機関が連携して、それぞれの取組等をより一層推進していくことを祈念いたします。沖縄県におきましては、平成 22 年度からサンゴ礁保全再生事業を実施し、サンゴ礁再生に関する調査研究を行うとともに、遺伝的多様性に配慮したサンゴ群集を再生する実証試験に取り組んでまいりました。平成 29 年度から、新たに、サンゴ礁保全再生地域モデル事業におきまして、白化対策技術の開発や、サンゴ種苗の低コスト生産技術の開発の調査研究等を実施するとともに、モデル地域におきまして、自立的に運営できる仕組みを創出し、同事業の成功事例をモデルとして全県的に普及・啓発していきたいと考えています。また、沖縄県赤土等流失防止対策基本計画に基づく、赤土等流失防止対策等を推進することにより、陸域に由来する赤土等の土砂及び栄養塩等の負荷の軽減対策に努めていきます。さらに、サンゴ礁生態系における持続可能なツーリズムを推進するにあたり、地域の資源を保全・利用するためのルールである保全利用協定制度の普及にも取り組んでまいります。最後に今回の会議の開催にあたりまして、格段の御尽力をいただきました環境省の皆様、そしてこの会議に参加いただいたすべての皆様に心より感謝を申し上げ、閉会の挨拶とさせていただきます。本日はどうもありがとうございました。

(司会 岡野隆宏調整官)

大浜部長、どうもありがとうございました。それではこれもちまして、本日の会議を全て終了させていただきたいと思います。御出席及び御議論いただきました皆さん、ありがとうございました。

