

サンゴ礁生態系と地形の気候変動影響と適応

Climate change and coral reefs:
ecologic and geomorphological
perspectives on the impacts and
adaptation

山野博哉

(国立環境研究所)

Hiroya Yamano

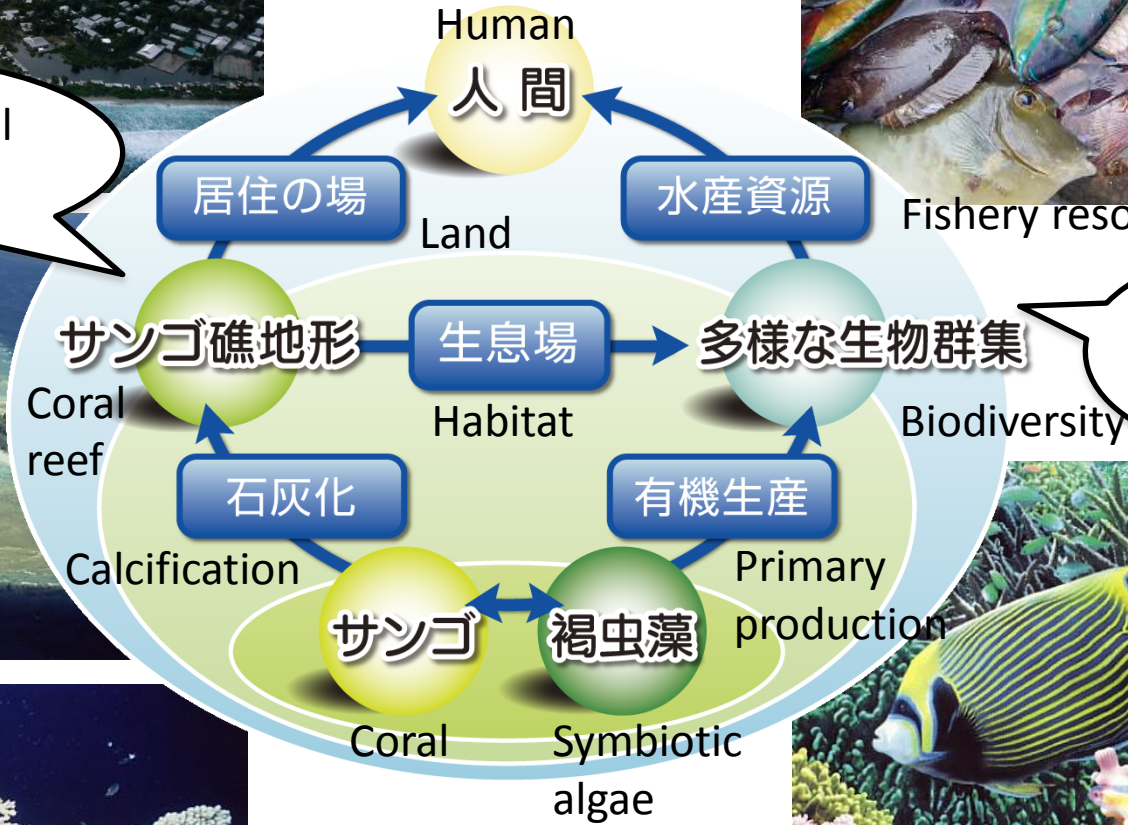
(National Institute for Environmental Studies)



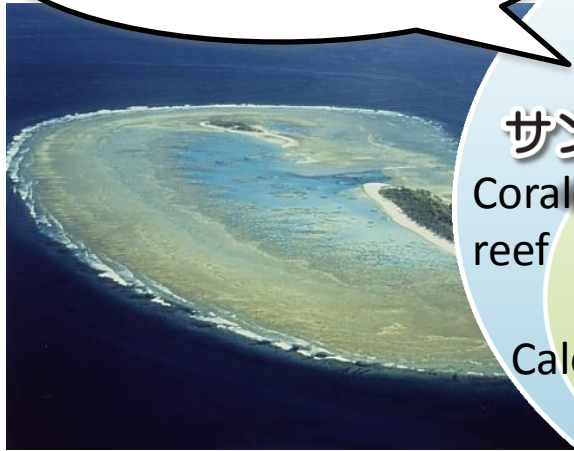
Geomorphological issues



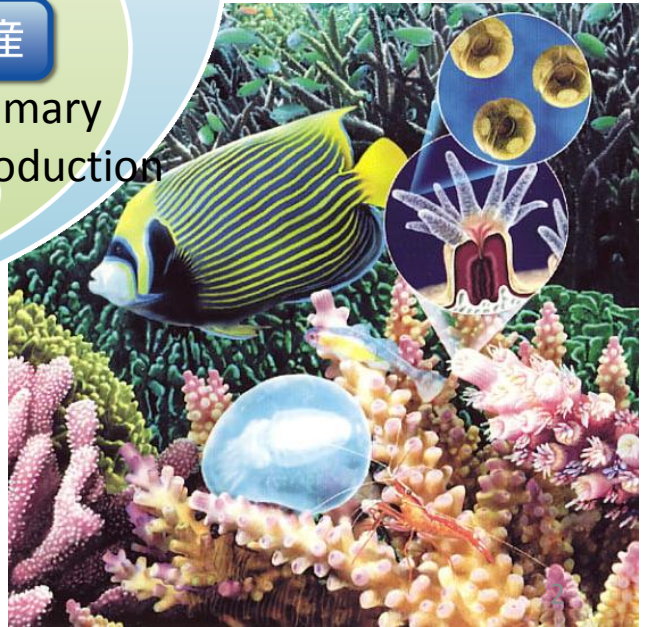
Fishery resource



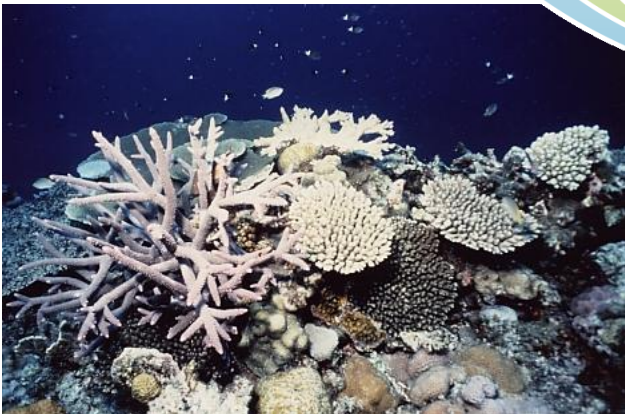
Ecological issues



Coral reef



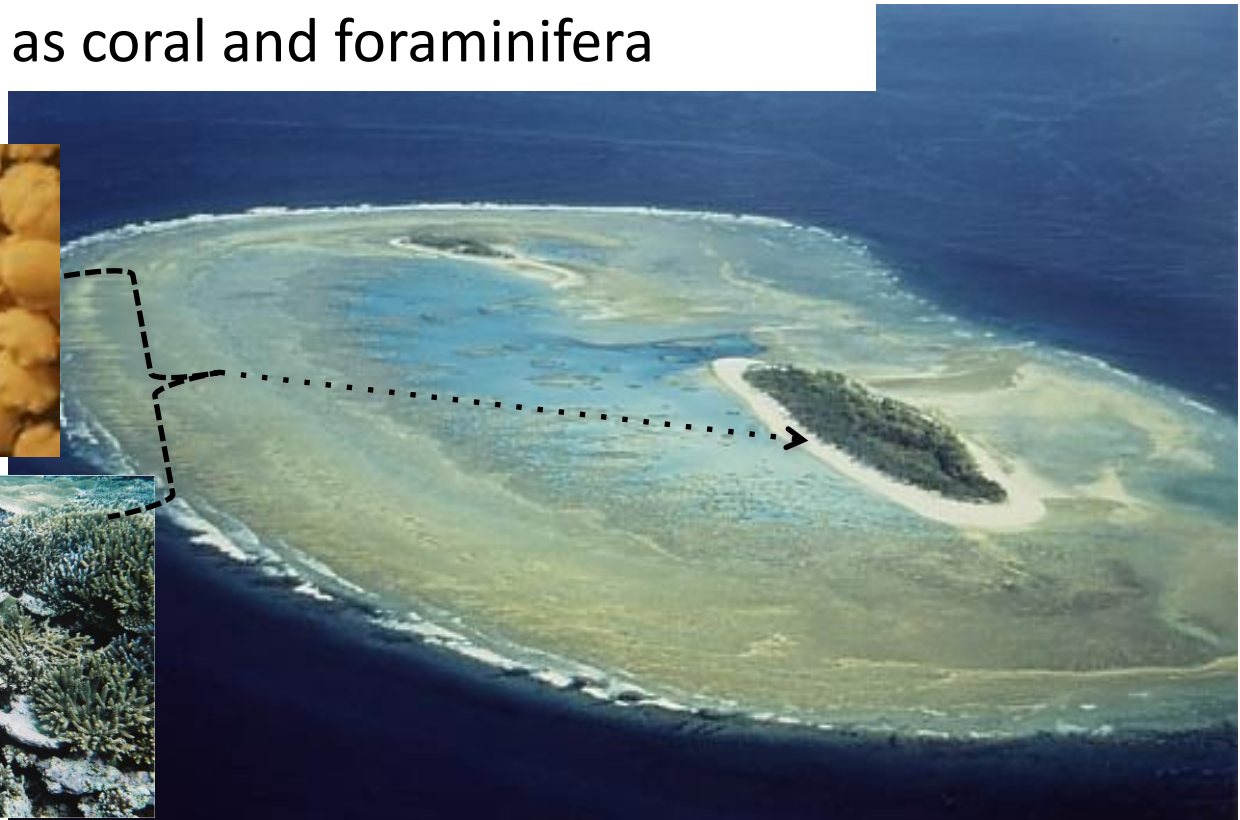
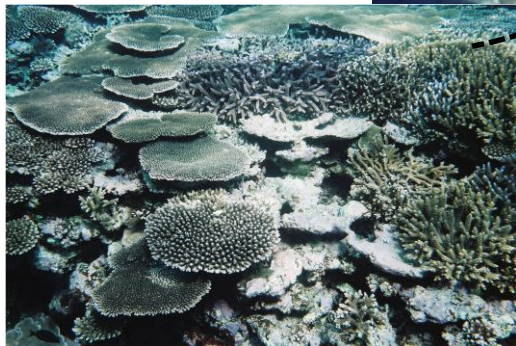
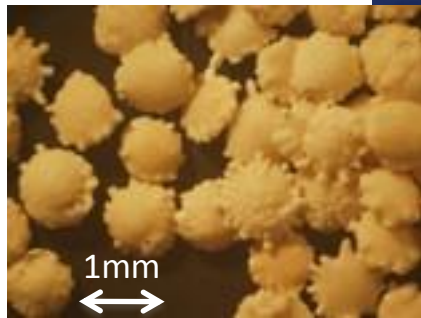
Biodiversity



Coral

Symbiotic algae

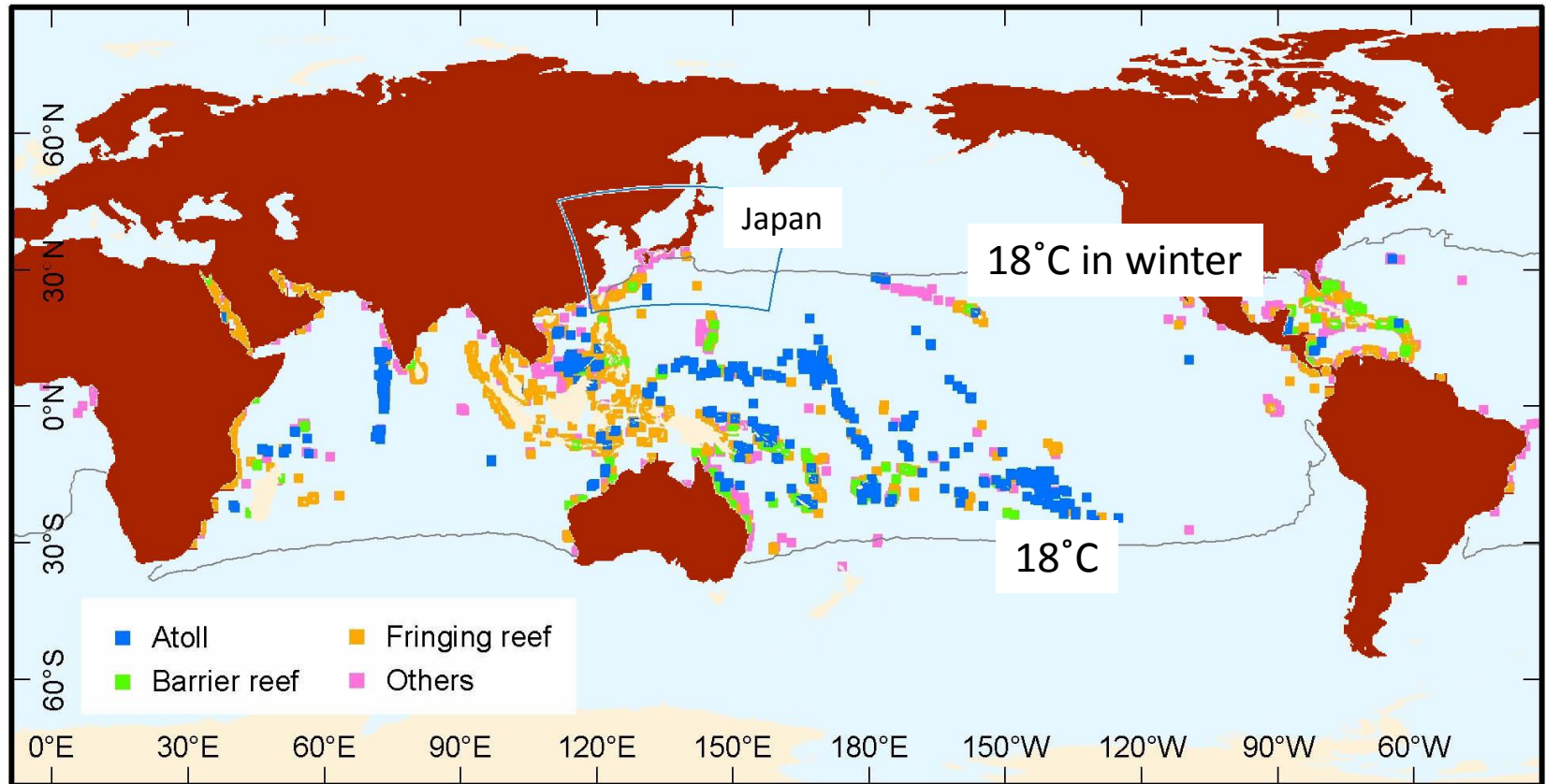
サンゴ礁の島は、サンゴや有孔虫など、
サンゴ礁に棲む生物の遺骸片でできている
Reef islands are formed by reef-building
organisms such as coral and foraminifera



サンゴの衰退は、島や砂浜の減少を招く
→保全、砂の生産・運搬経路の確保など生態工学的対策が必要
Coral decline would cause decrease in island and beach areas
->Conservation of coral reefs and maintenance of sand
production/transportation are needed

世界のサンゴ礁分布

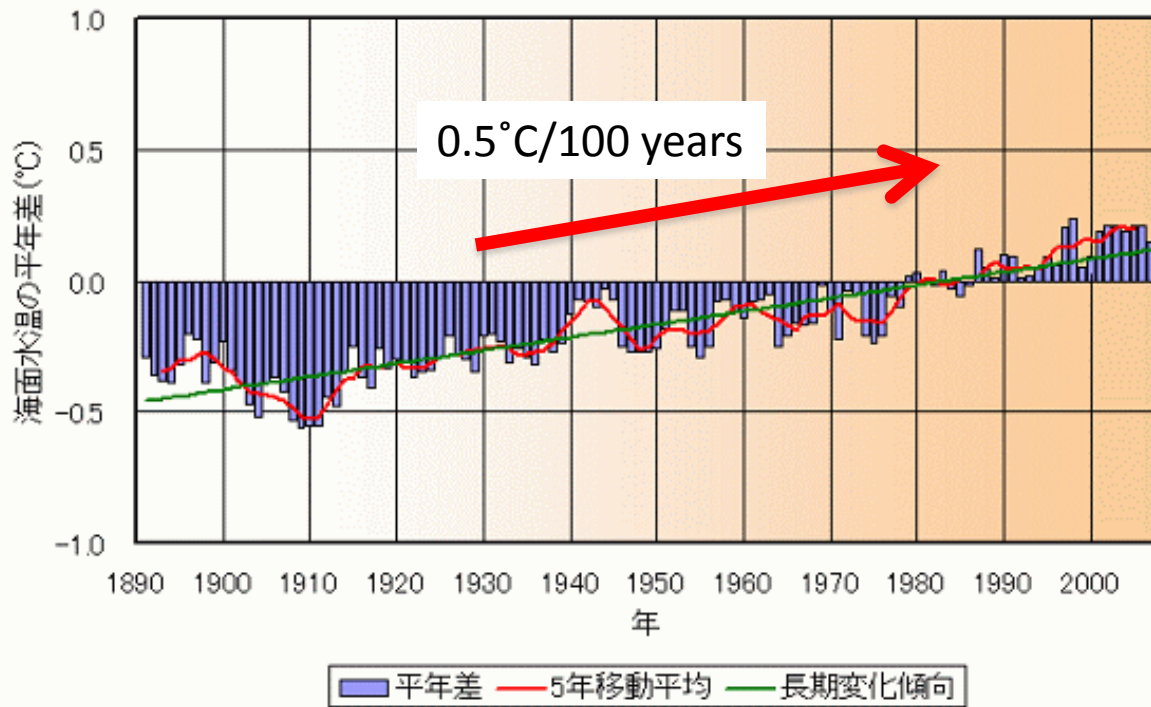
Global distribution of coral reefs



ReefBase (<http://www.reefbase.org>)

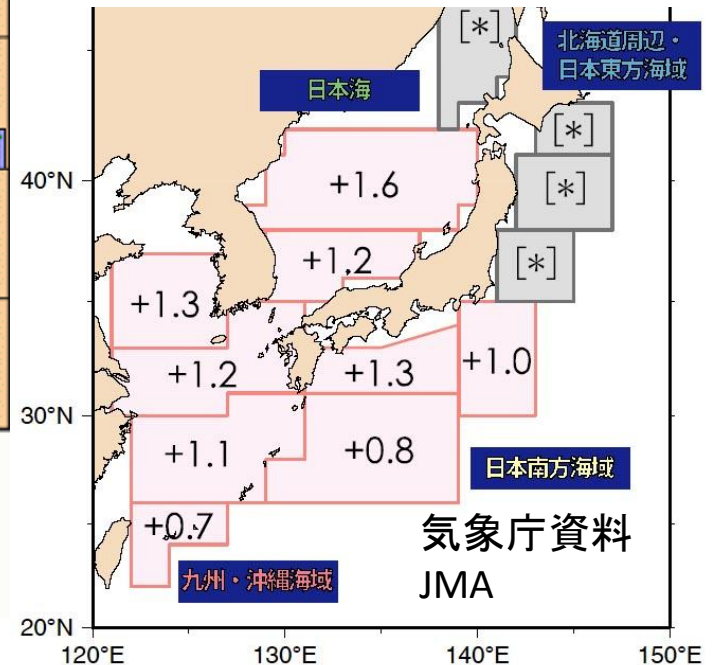
海水温は上昇を続けている

Sea surface temperatures (SSTs) are rising



IPCC AR4

最近100年間の水温変化 SST warming in the last 100 yrs



[comments on this story](#)

Published online 21 January 2011 | Nature | doi:10.1038/news.2011.33

News

Coral marches to the poles

Reefs may simply move house when the oceans heat up.

Nicola Jones

Corals around Japan are fleeing northwards, according to a new study. One type has been spotted 'sprinting' at 14 kilometres a year, thanks to a lift from ocean currents. That means ocean ecosystems could shift rapidly in the face of climate-change impacts such as warming seas, the authors say.



The corals found to have migrated north since 1930 were all classed as 'vulnerable' or 'near threatened'.

Aqua Image / Alamy

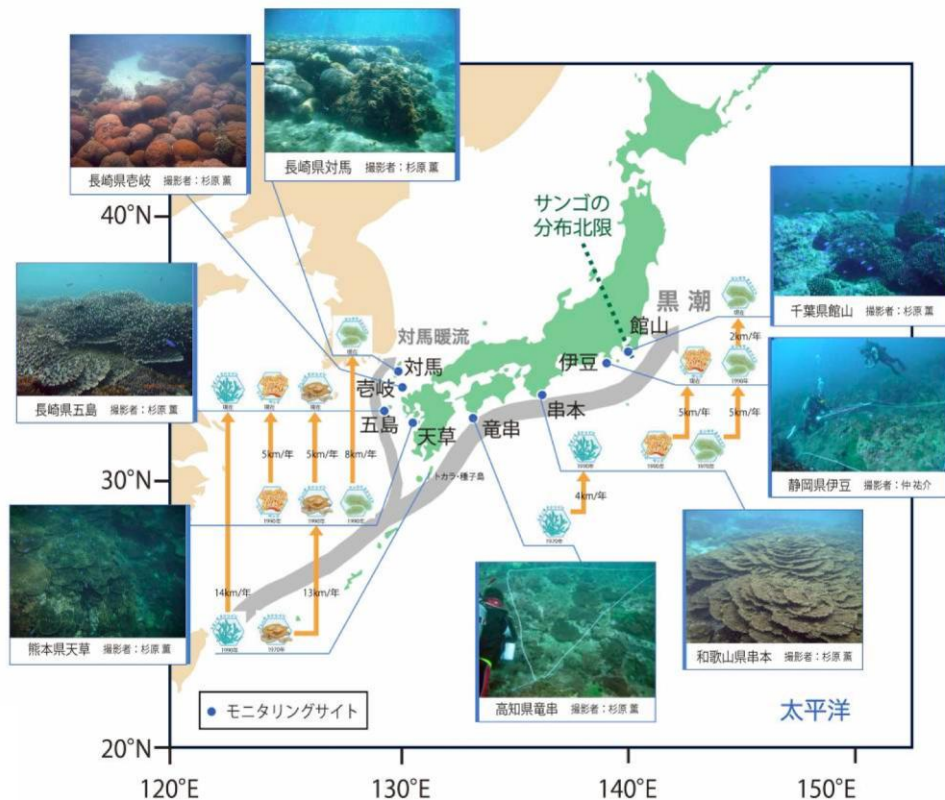
The study, due to be published in *Geophysical Research Letters*¹, is the first documentation of coral mass migration, but matches up with several other observations. As early as 2004 in Florida, for instance, staghorn and elkhorn corals were observed farther north than their usual ranges², and in Australia, reef-dwelling fish have been found farther south than before.

Hiroya Yamano of the Center for Global Environmental Research in

日本の温帯では水温上昇によりサンゴ分布が北上している
Range expansion of corals around Japanese temperate area due to SST warming

過去の観測結果からサンゴが北上していることが明らかに

過去の観測結果から、4種のサンゴが北上していることが明らかになりました。現在、日本全国8地点に定点観測のためのモニタリングサイトを設置し、サンゴの分布を調べています。



■北上が確認された4種のサンゴ



1930年代から現在にかけて、各モニタリングサイトのサンゴの出現の変化を調べたところ、左の4種のサンゴが北上していることが明らかになりました。地図には、北上を示した4種の分布変化と北上速度を示しました。

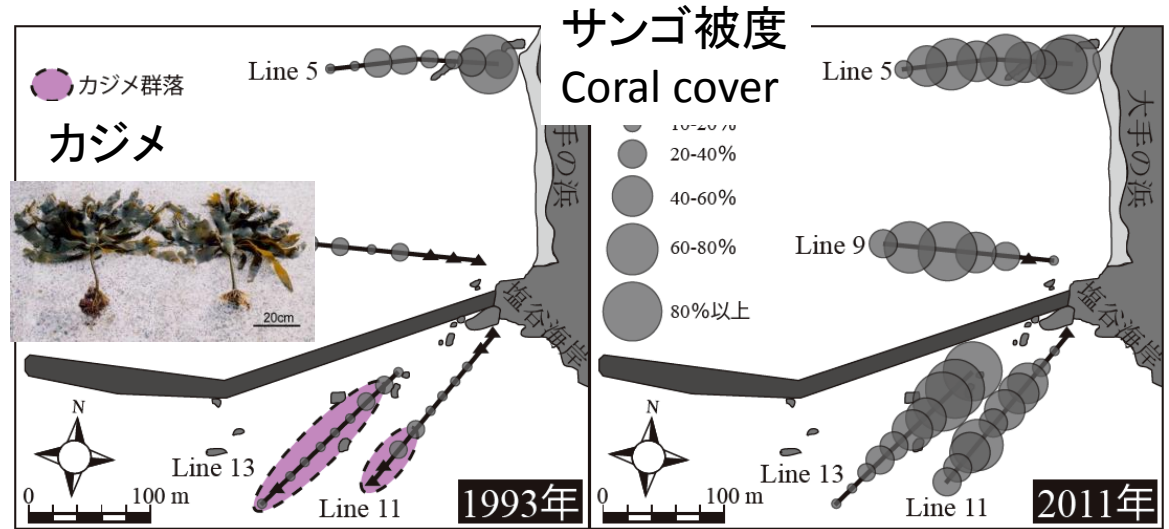
写真は、日本全国8地点に設置したモニタリングサイトの海中風景です。

各モニタリングサイトの共同研究機関

九州大学（理学部附属天草臨海実験所）：熊本県天草
財団法人黒潮生物研究財団黒潮生物研究所：高知県竜串
株式会社串本海中公園センター：和歌山県串本
お茶の水女子大学（海岸生物教育研究センター）：千葉県館山
NPO法人OWS：静岡県伊豆、千葉県館山

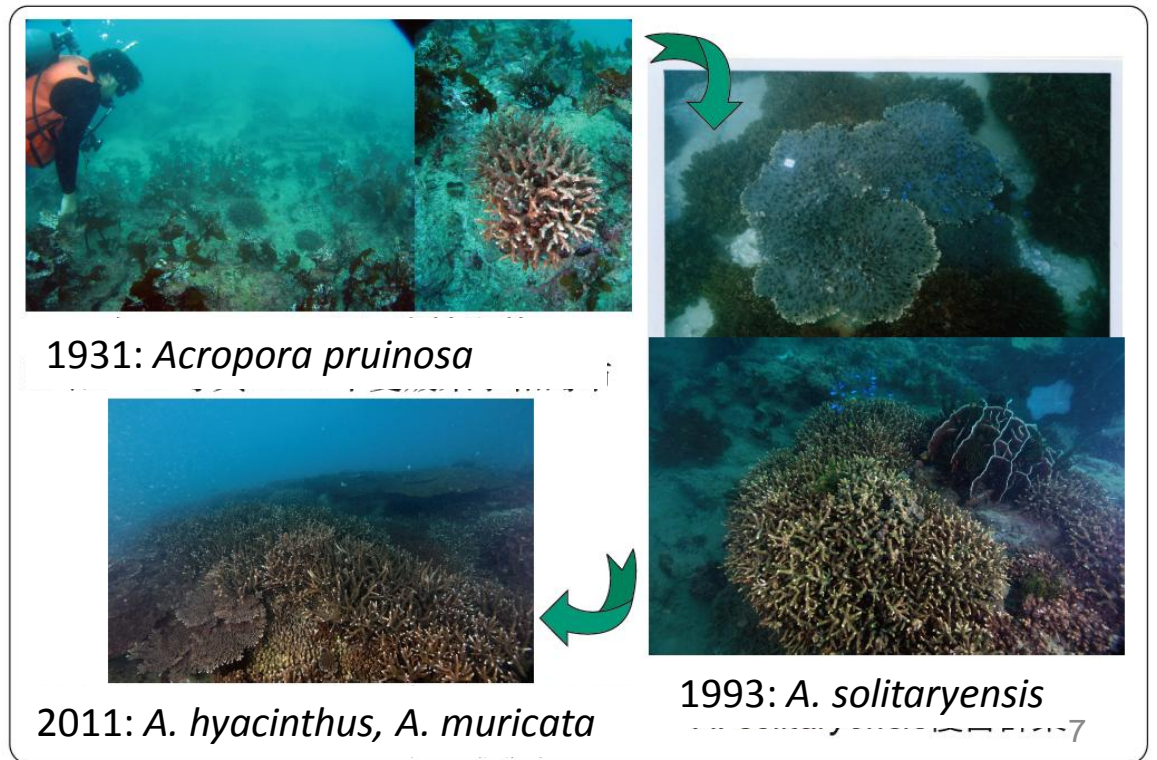
その他、サイトやデータを活用し、以下の機関と共同研究を行っています
東京海洋大学、長崎大学、高知大学、宮崎大学、京都大学、琉球大学、北海道大学、静岡大学、千葉国立中央博物館、海洋研究開発機構、韓国海洋研究院

海藻からサンゴへ Seaweeds to corals



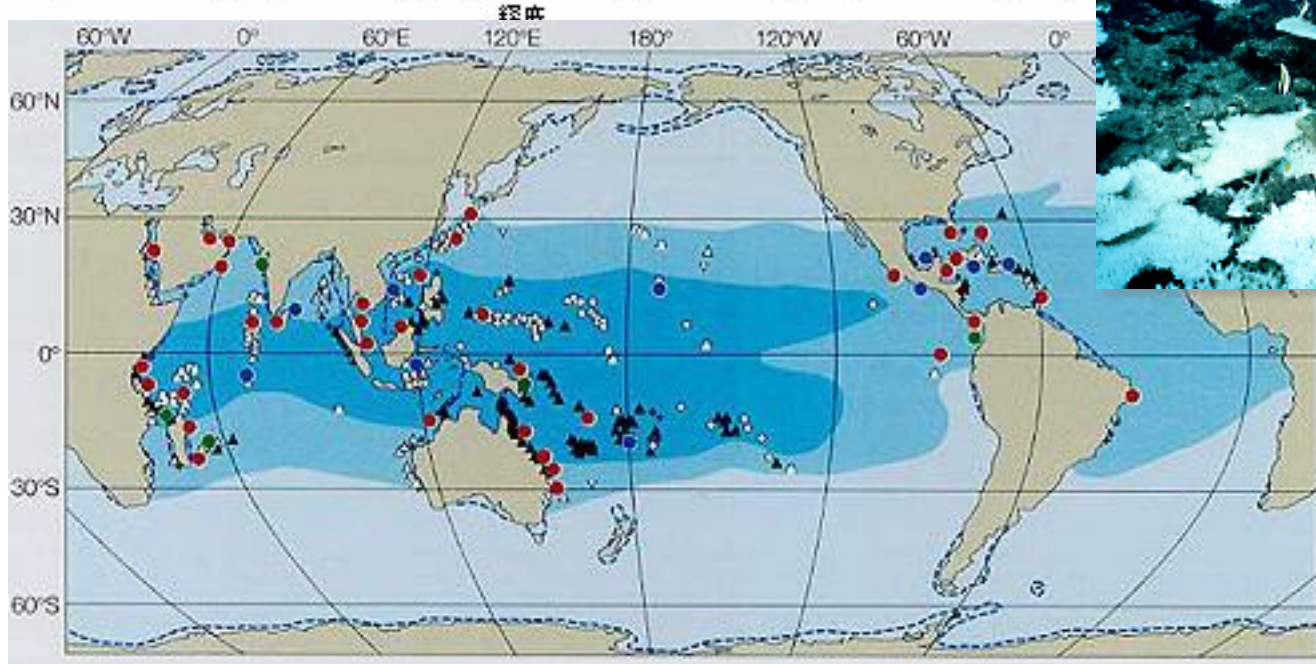
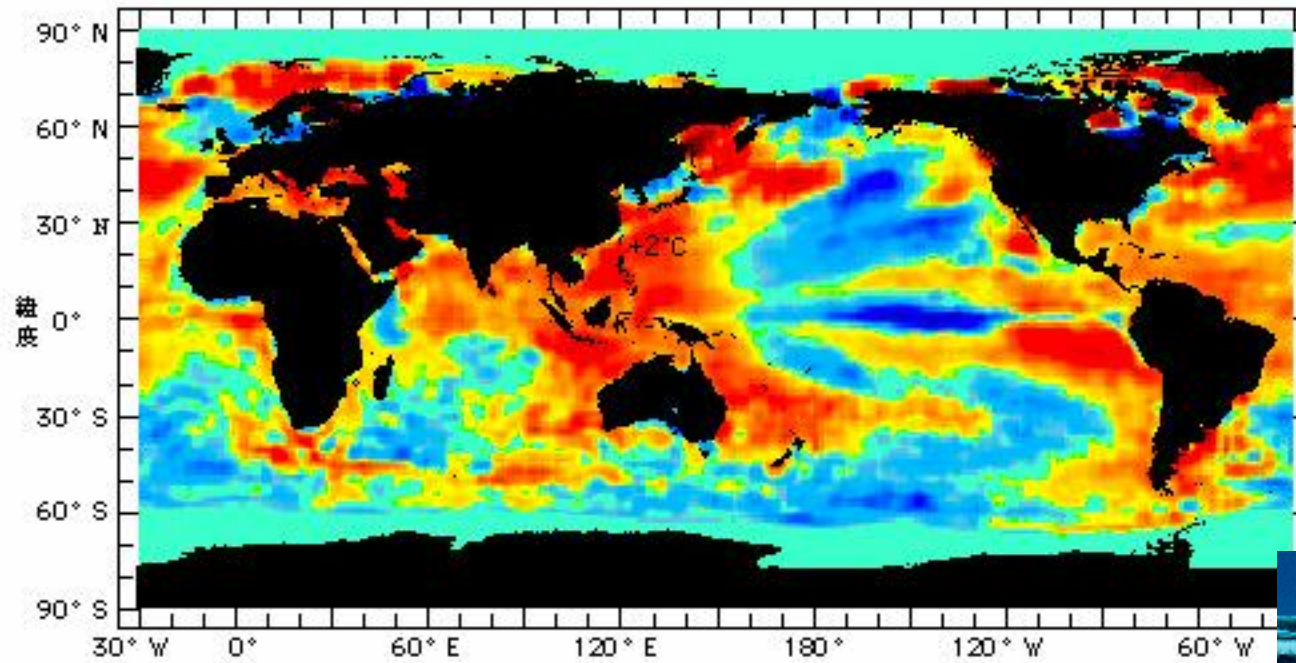
サンゴ
 温帯性 → 暖温帯性 →
 亜熱帯性へ
 Coral
 Temperate species to
 tropical species

Mezaki et al. (2012)



1998年夏の高水温 とサンゴ白化

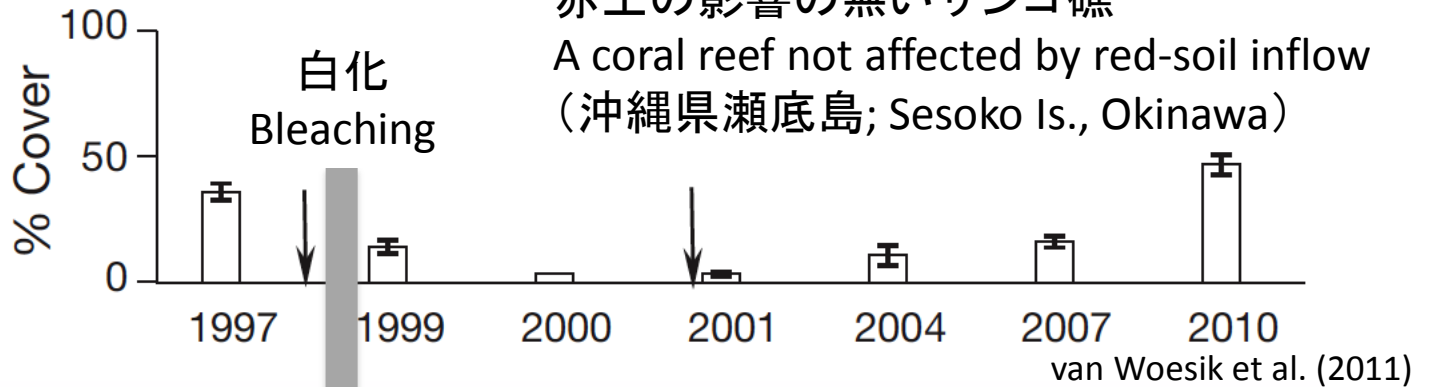
Anomalously high
SSTs in the 1998
summer and coral
bleaching



● 深刻な白化
Severe bleaching

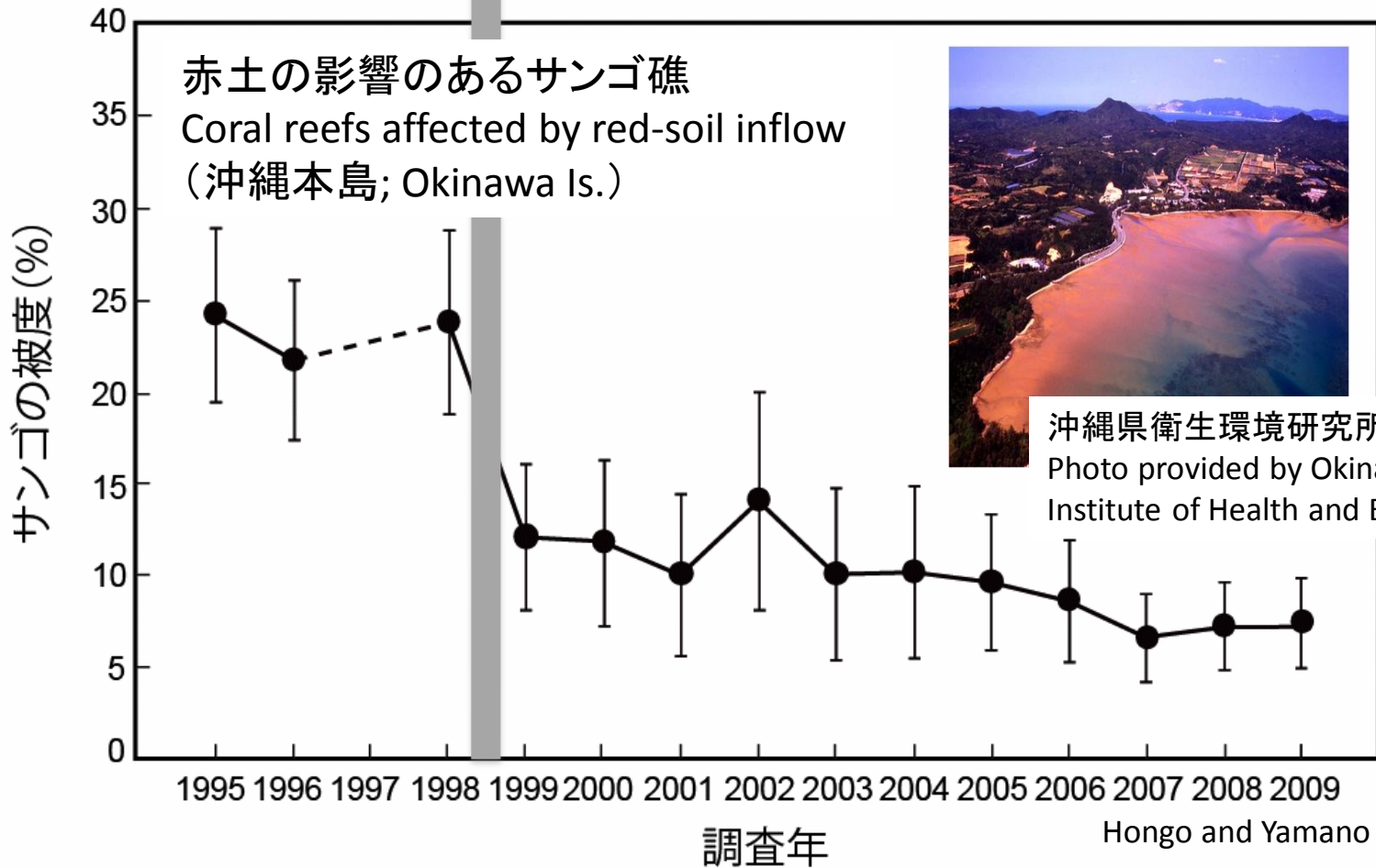
赤土の影響の無いサンゴ礁

A coral reef not affected by red-soil inflow
(沖縄県瀬底島; Sesoko Is., Okinawa)



赤土の影響のあるサンゴ礁

Coral reefs affected by red-soil inflow
(沖縄本島; Okinawa Is.)



沖縄県衛生環境研究所提供
Photo provided by Okinawa Prefectural
Institute of Health and Environment

日本では、水温上昇によって北ではサンゴの分布北上、南ではサンゴの白化が起こっている



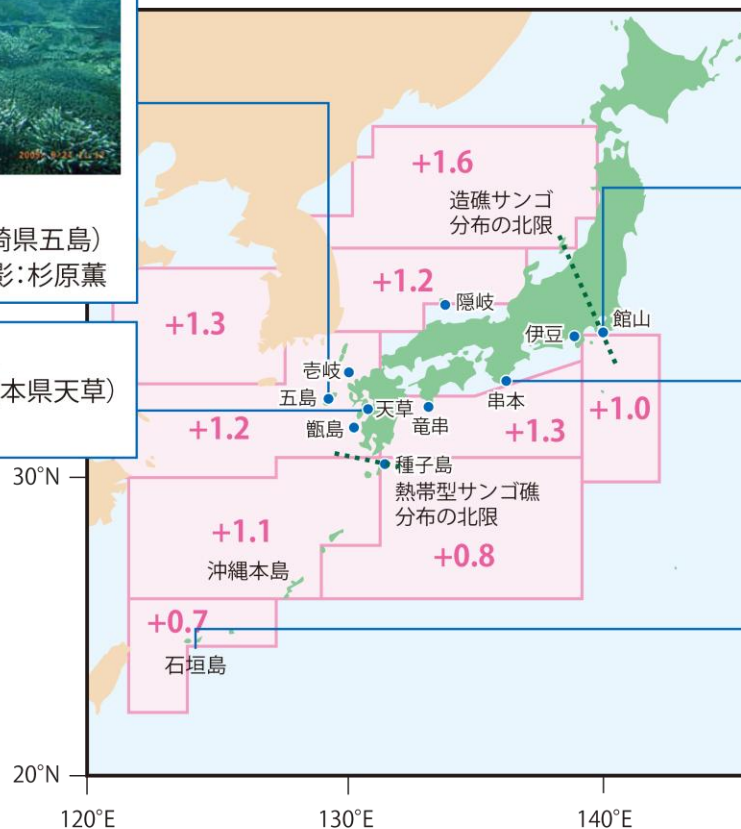
分布北上が確認された
クシハダミドリイシ(左)とスギノキミドリイシ(右) (長崎県五島)
撮影:杉原薫



分布北上が確認された
エンタクミドリイシ (千葉県館山)
撮影:萩原慎司

分布拡大が確認された
エンタクミドリイシ (熊本県天草)
(野島・岡本, 2008)

20種が新たに出現 (和歌山県串本)
(野村ほか, 2008)



高水温により白化した
ユビエダハマサンゴ (沖縄県石垣島)
撮影:波利井佐紀

SST warming is causing poleward range expansion (north) and bleaching (south) of corals in Japan

海洋酸性化—地球温暖化と同時に進行するCO₂問題

Ocean acidification – Another problem related to CO₂ emission

温室効果ガス排出
Greenhouse gas emission

気温上昇
Temperature warming

水温上昇
SST warming

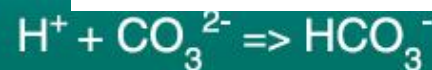
海洋酸性化によりソフトコーラルに変化
Ocean acidification allow a community shift to soft corals



Inoue et al. (2013)



海洋酸性化
Ocean acidification



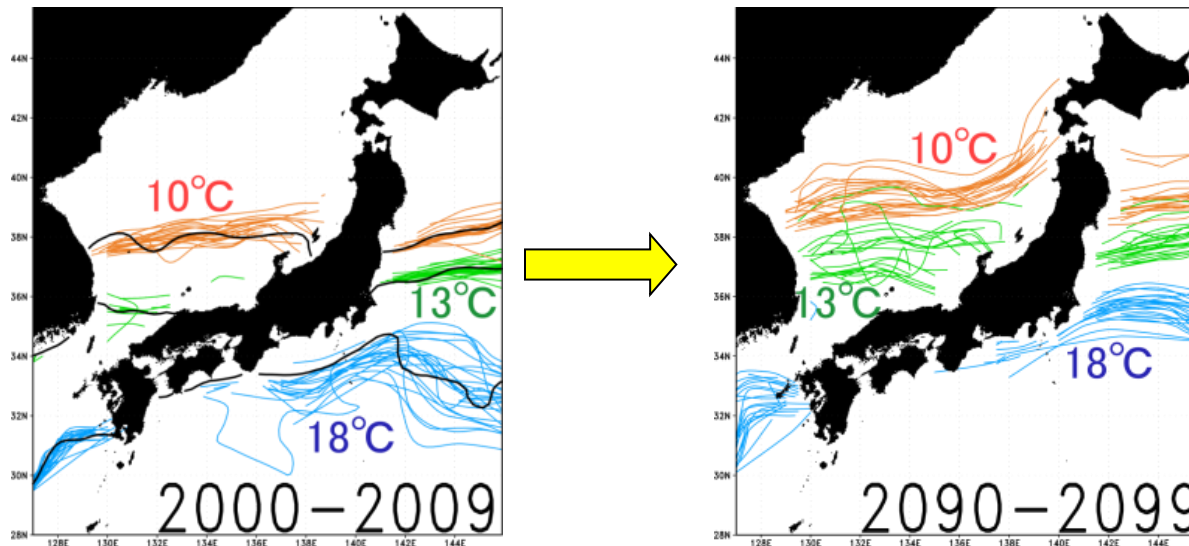
Hoegh-Guldberg et al. (2007)

CO₂濃度が増大すると...Increases in atmospheric CO₂ would cause

水温上昇 SST warming

->サンゴ白化 Coral bleaching

->サンゴ分布北上 Poleward range expansion of corals

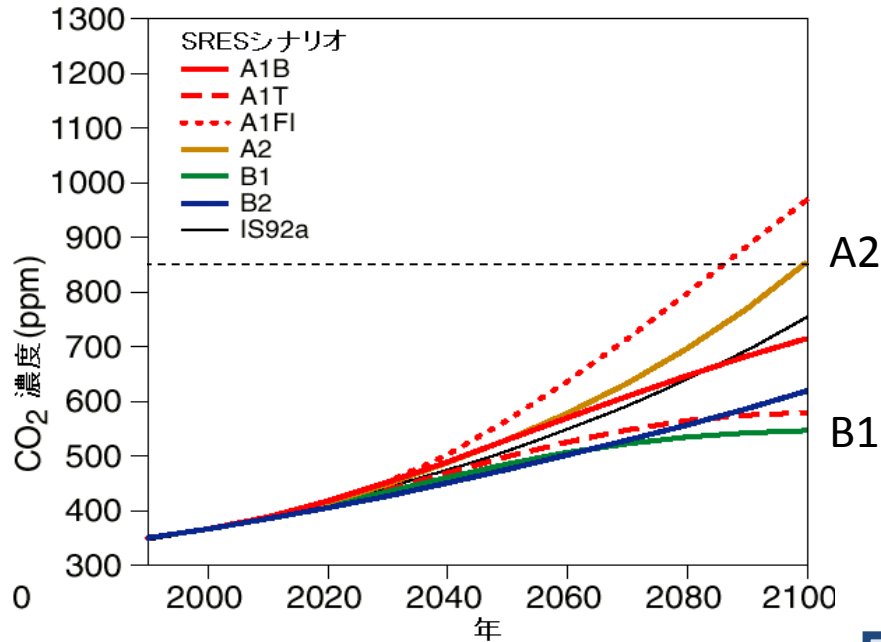


Yara et al. (2011)

海洋酸性化 Ocean acidification

->サンゴの骨格形成阻害 Decrease in coral calcification

気候モデルを用いた予測 Future projection based on a climate model



気候モデル Climate model

NCAR-CSM1.4

CO₂排出シナリオ

CO₂ emission scenarios

SRES A2 [高排出 high-mid emission]

SRES B1 [低排出 low emission]



地球温暖化(水温上昇)と海洋酸性化(アラゴナイト飽和度)予測

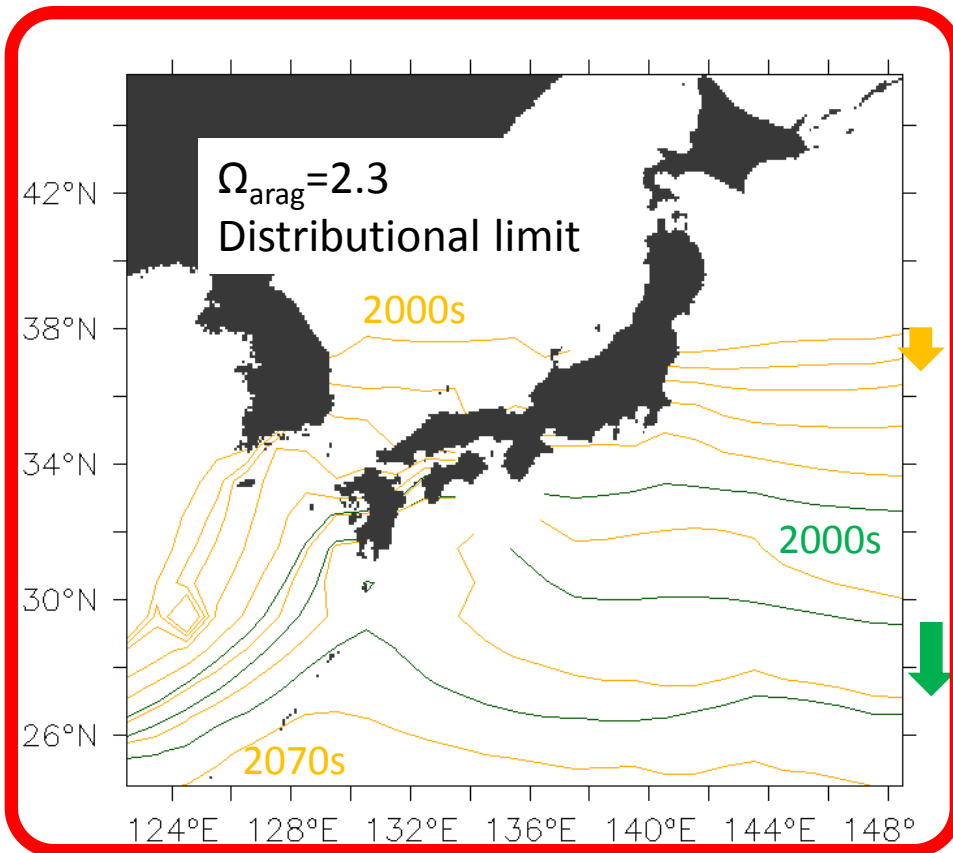
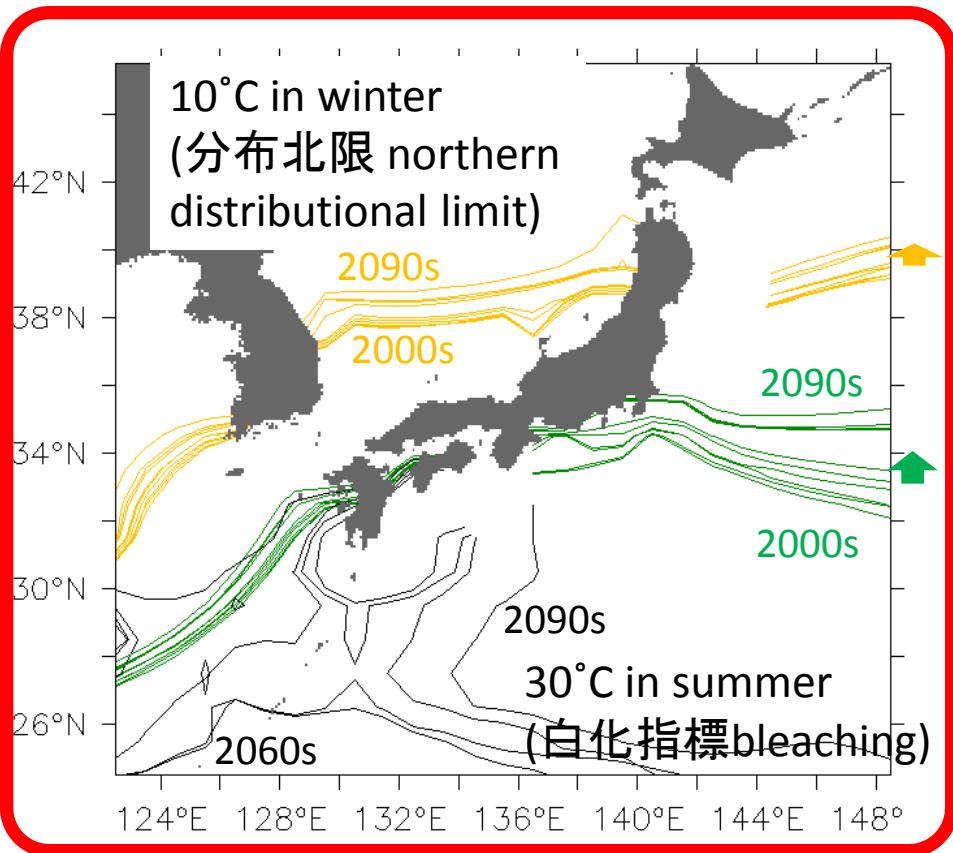
Projection of global warming (SST warming) and ocean acidification
(aragonite saturation state; Ω_{arag})



将来のサンゴ分布域予測

Projection of future coral habitats

CO₂高排出(SRES A2) シナリオによる予測

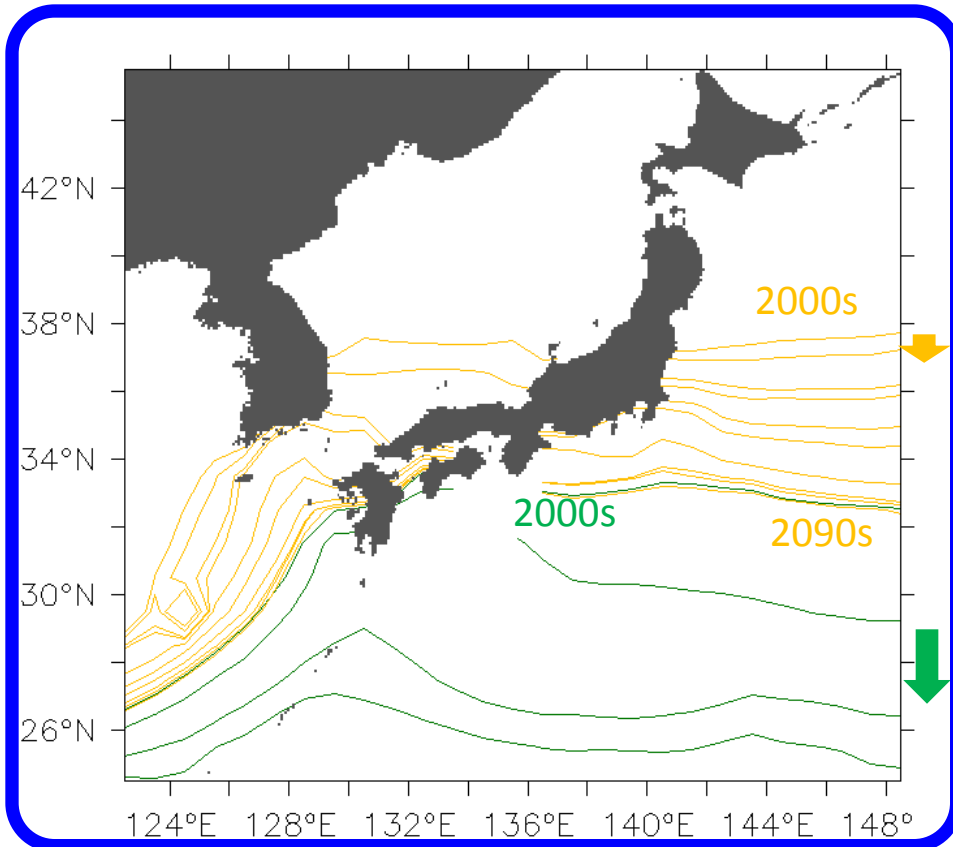
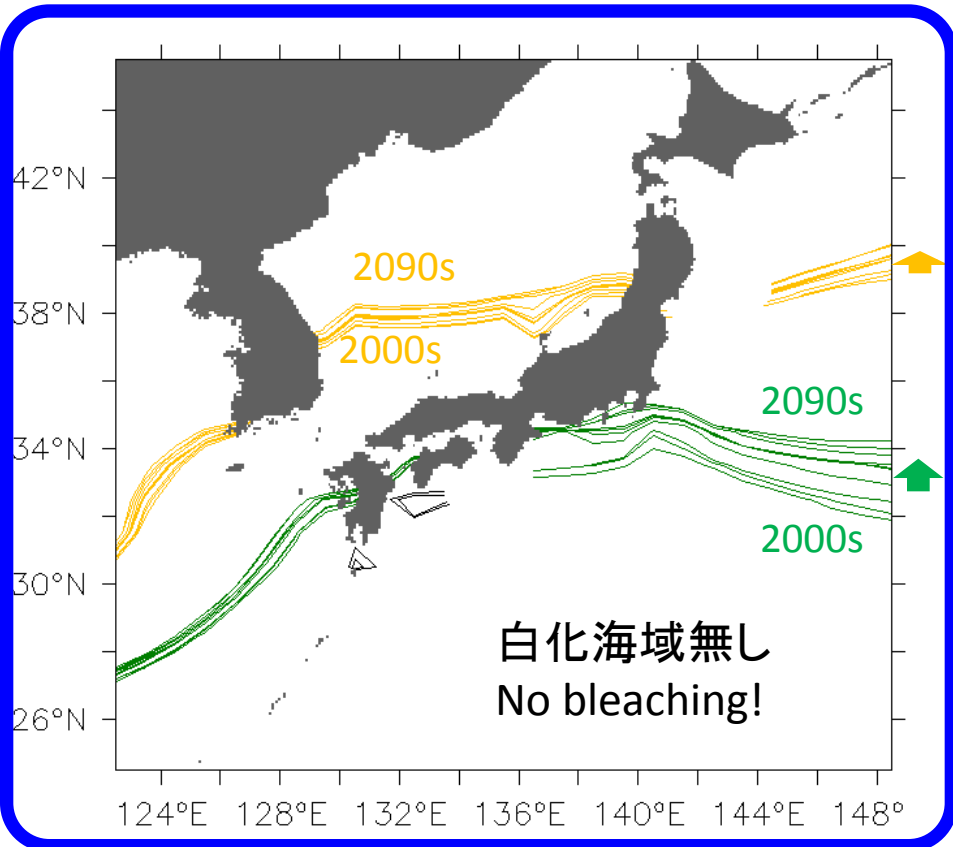


地球温暖化(水温上昇)によるサンゴ分布変化
Coral habitat change due to SST warming

海洋酸性化によるサンゴ分布変化
Coral habitat change due to ocean acidification

高水温(夏の水温>30°C)と海洋酸性化により、2070年代には日本近海からサンゴ消滅
Coral will disappear in the 2070s due to high SST and ocean acidification

CO₂低排出(SRES B1) シナリオによる予測



地球温暖化(水温上昇)によるサンゴ分布変化

海洋酸性化によるサンゴ分布変化

Coral habitat change due to SST warming

Coral habitat change due to ocean acidification

高水温は無く、海洋酸性化の影響は九州～四国まで

No bleaching, and the effect of ocean acidification would be limited to higher latitudes

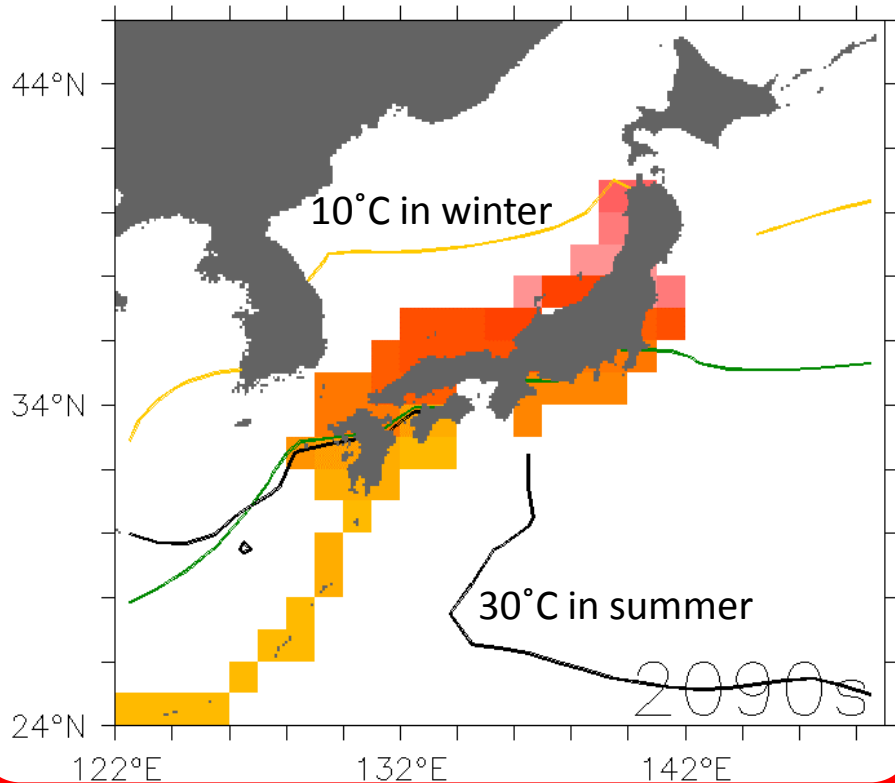
A2シナリオでは今世紀末には日本近海からサンゴ消滅

B1シナリオでは、九州・四国から南に生息可能

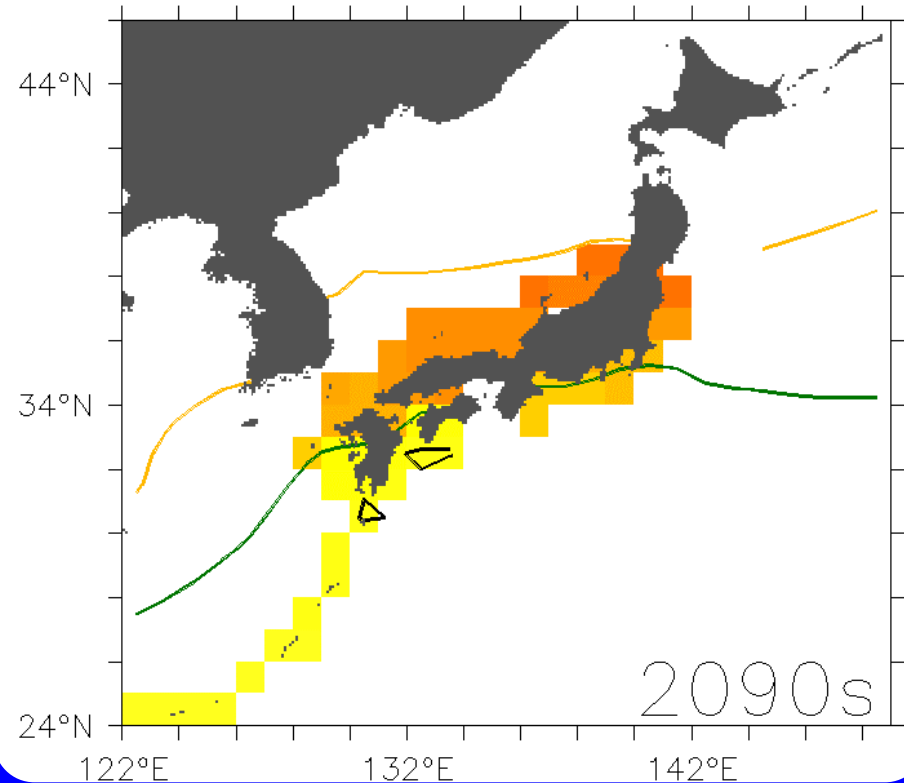
Coral will disappear under the A2 scenario in the end of this century

Coral can survive under the B1 scenario

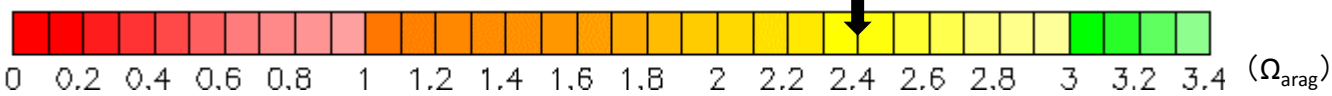
CO₂高排出(SRES A2)シナリオ
(Yara et al., 2012)



CO₂低排出(SRES B1)シナリオ



サンゴの分布限界(distributional limit)



Summary

- サンゴは生態系の基盤となり、地形を形成するため、サンゴの衰退は、生態的なインパクト(漁業・観光資源の減少)と地形的なインパクト(砂浜や州島の減少)を与える
- Because corals play fundamental roles (primary production and land forming), decline of corals would decrease in ecosystem services (fisheries and tourism) and further cause geomorphic change (decrease in island and beach areas)
- 水温上昇により、温帯域ではサンゴ分布は北上しているが、熱帯・亜熱帯域では白化によりサンゴが減少する
- SST warming allows poleward range expansion and decrease in corals due to bleaching in temperate and subtropical/tropical areas, respectively
- 海洋酸性化により、将来的にサンゴ分布は減少するが、二酸化炭素排出シナリオにより結果は大きく異なる
- Ocean acidification would cause a decrease in future coral habitats, the extent of which depends highly on CO₂ emission scenarios
- サンゴ礁を保全し、生態的・地形的機能を維持するために、二酸化炭素の排出の抑制、地域規模のストレスの削減が必要
- In order to conserve coral reefs and maintain their ecologic and geomorphological functions, reduction of CO₂ emission and local stressors are needed