

の浸食により氷河湖が決壊する懸念が高まっているとの研究が発表された<sup>69</sup>。

この研究によると、氷河湖決壊の危険が最も高いのはネパール、パキスタン、カザフスタン、インド、中国などアジアの高山地域と、ペルーやボリビアといったアンデス地域である。特にアジアの高山地域では、氷河湖から10キロ以内の居住人口が多く、氷河湖が決壊した場合の甚大な被害の発生の危険が指摘されている。

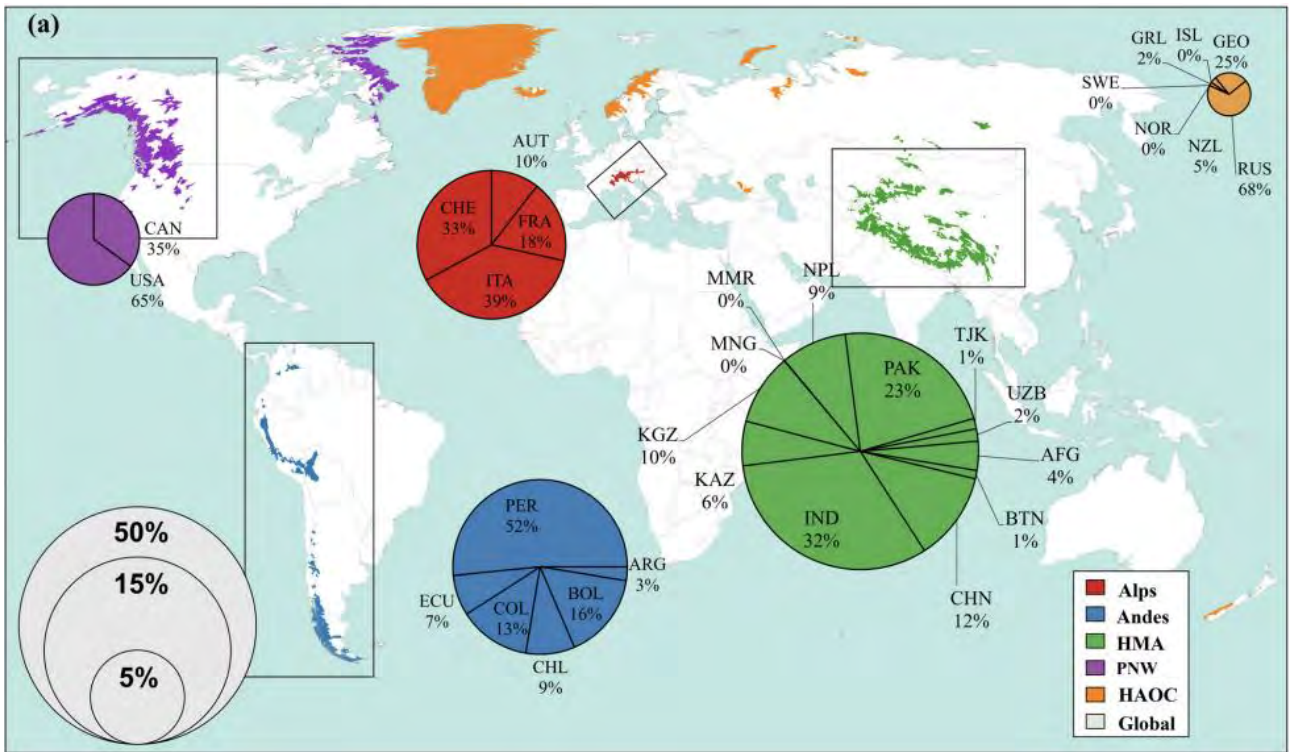


図5-13 決壊したネパールの氷河湖<sup>70</sup>

---

<sup>69</sup> Taylor, C., Robinson, T.R., Dunning, S. et al. Glacial lake outburst floods threaten millions globally. *Nature Community*. 14, 487 (2023). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36033-x>

<sup>70</sup> Ibid.



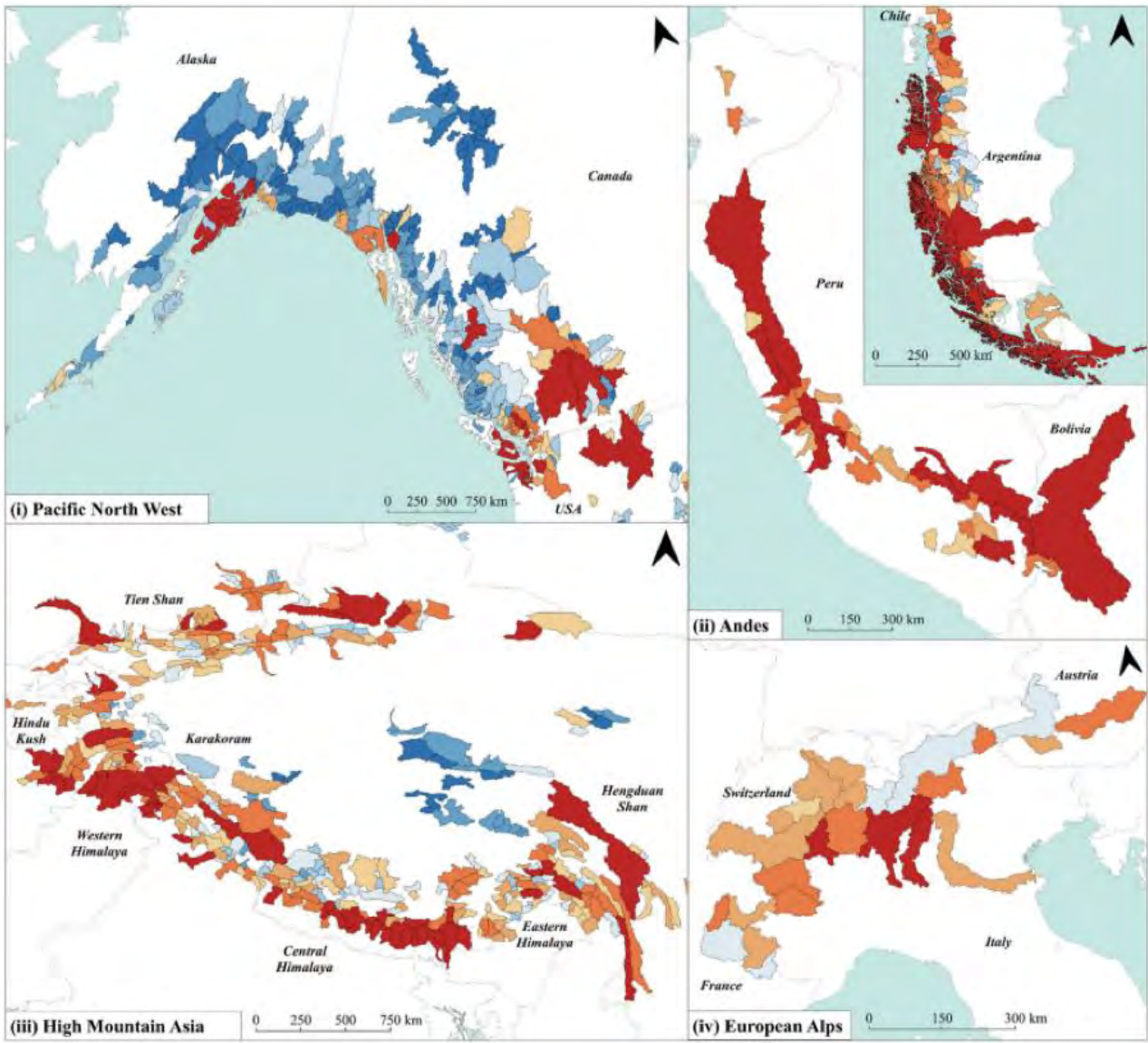


図5-14 氷河湖の決壊が懸念される地域<sup>71</sup>

<sup>71</sup> ibid.

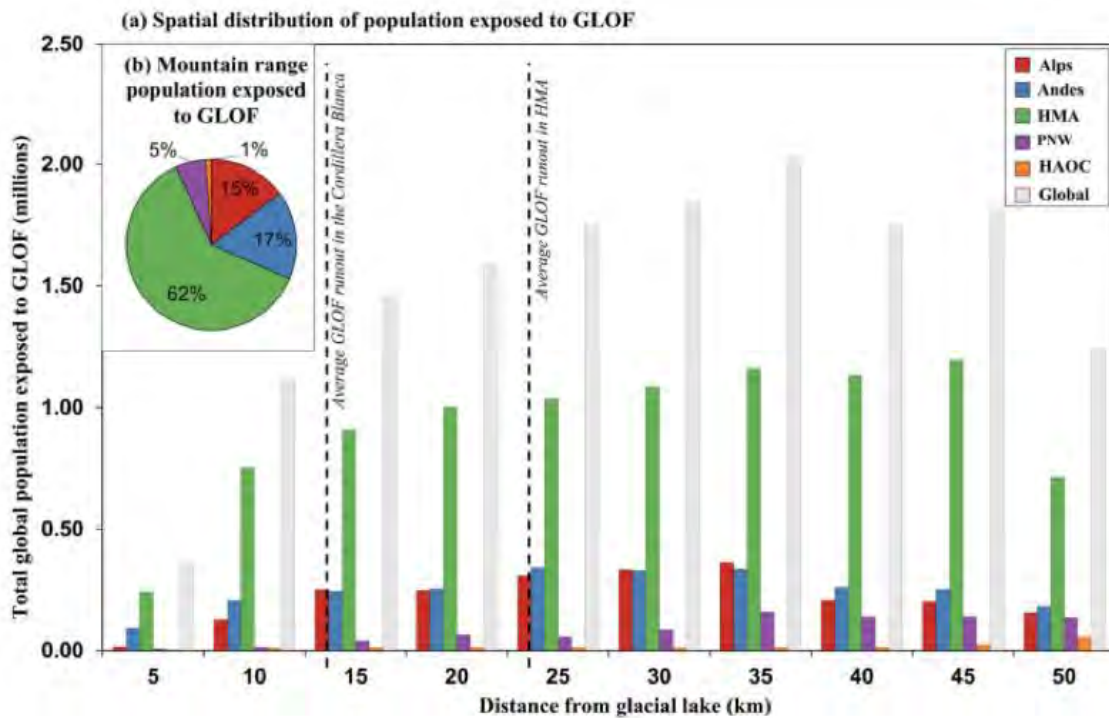


図5-15 氷河湖から住宅地までの距離

### 3) 海水や淡水の生態系、生物多様性がもたらす様々な利益の喪失

生物多様性は、①生態系の多様性、②種の多様性および、③遺伝子の多様性という、3つの概念で構成されている。現在、その生物多様性に4つの危機が訪れているとされており、ひとつめは、開発や乱獲による種の減少・絶滅、生息・生育地の変化である。二つ目が、自然の質の低下といわれ、里山や里地などの手入れが行き届かないことによる環境の変化によって、このような地域に生息する動植物が絶滅、あるいは個体数が増加して人間の営みに影響を与えることである。三つ目が、乱獲や土地開発など人間の活動による破壊である。自然に対する最大の脅威は、土地利用の変化とされており、自然界の動植物の環境が破壊されている現在の状況は危機的であるとされる<sup>72</sup>。四つ目が地球の温暖化である。平均気温の上昇によって氷河の融解や高山帯の縮小が生じ、海面温度の上昇などによって、動植物の20~30%は絶滅のリスクが高まると予想されている。

生物多様性が失われると、人間が生物多様性から享受している様々な利益を享受できなくなる。森林伐採による土砂崩れの増加、高潮や津波の被害を軽減するとされるサンゴ礁が生活排水や開発による土砂の流出の影響により減少していることなど、自然が有する防災機能が低下する。また、森林の減少は気候変動や温暖化を加速させ、近年増加している異常気象の原因のひとつとされている。また、

<sup>72</sup> WWF. 「生きている地球レポート2022」. Retrieved from: <https://www.wwf.or.jp/activities/data/20221013>  
lpr\_02.pdf

森林破壊やフードサプライチェーンの多様化により、これまで接触のなかった動植物と人間や家畜が接触するようになってきていることから、新たな感染症発生のリスクが高まっていると指摘されている。

#### <対策>

これらに共通の対策として、現状を把握するための国際プロジェクトの創設とその推進・支援が重要である。これには、自然科学系の研究だけでなく、人文系の視点も必要である。データ共有を推進する外交的取り組みも必要である。また、台風の勢力増大にともなう、高波・高潮による沿岸生態系の破壊も懸念される。海水面と水温の上昇に伴う生態系環境の変化等に対しても、被害想定に合わせた対応策の実施（気候外力の変化を取り除く、生態系の移動の補助等々）を検討すべきである。

生物多様性については、国際的な枠組みでの課題の共有が始まっている。2020年のCOP26では、生物多様性の保全に向けた取り組みが共有され<sup>73</sup>、2022年の生物多様性条約第15回締約国会議では、「昆明・モンリオール生物多様性枠組」が採択され、「30 by 30目標（2030年までに陸と海の30%以上を保全する）」が主要な目標の一つとして定められたほか、ビジネスにおける生物多様性の主流化等の目標が採択された。

生態系に特に深刻な影響を与える海洋酸性化への対策としては、先端的な技術開発の推進（海水から二酸化炭素を直接回収する<sup>74</sup>等）がある。またこうした対策の策定には環境変動の実態と将来予測が重要であり、そのための研究開発の推進も重要である。

---

<sup>73</sup> COP26. (2020). Protecting and restoring nature for the benefit of people and climate. Retrieved from: <https://ukcop26.org/nature/>

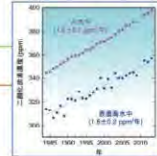
<sup>74</sup> JAMSTEC. 「海のカーボンニュートラル 新技術開発」. (21 January 2022). . Retrieved from: [https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/green\\_innovation/pdf/006\\_03\\_06.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/green_innovation/pdf/006_03_06.pdf)

# 海からのCO<sub>2</sub>回収



## 海からのCO<sub>2</sub>回収

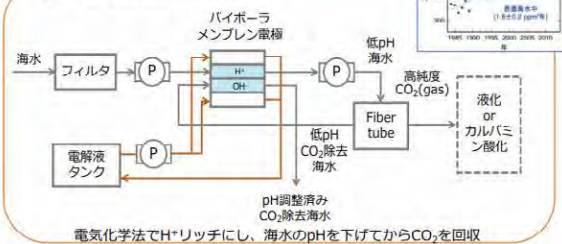
- 海洋は大気中のCO<sub>2</sub>濃度と平衡になるまでCO<sub>2</sub>を取り込む
  - 大気中のCO<sub>2</sub>濃度の上昇とともに、海水中の濃度も上昇していることが観測されている
- 海洋のCO<sub>2</sub>濃度の上昇により、表層の海水は酸性側にシフトしている (**海洋酸性化問題**)
- 表層のCO<sub>2</sub>を人為的に回収できれば、海洋のCO<sub>2</sub>濃度を低下させ、海洋の酸性化を緩和できる
- 大気とのCO<sub>2</sub>濃度差が大きくなれば、海洋のCO<sub>2</sub>吸収(リザーブ)能力も高まり、さらに大気中のCO<sub>2</sub>濃度が低下する



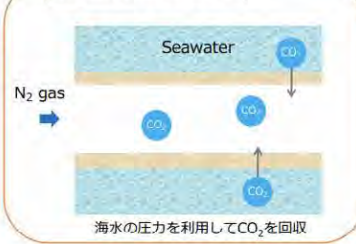
## キーテクノロジー (海中CO<sub>2</sub>回収技術)

- ①電気透析型手法 (現状:TRL2~3)** : pHを下げて (pHスイング) CO<sub>2</sub>ガスを回収する手法  
 海洋表層からCO<sub>2</sub>を安定的に直接回収するためのキーテクノロジー  
 →膜の安定運用技術 ✓電気透過型手法における異常検出技術
- ②低エネルギー型手法 (現状:TRL1)** : 海の圧力と触媒を利用  
 自然の力(圧力)や触媒を利用し、従来法よりも低エネルギー、かつ低コストで海中からのCO<sub>2</sub>回収を実施するためのキーテクノロジー

### ①電気透析型手法



### ②低エネルギー型手法



### システムコンセプトデザイン



図5-16 海からのCO<sub>2</sub>回収

## 4) 生態系に特に深刻な影響を与える海洋の酸性化

人間の活動によって排出される二酸化炭素は、地球温暖化を引き起こす主要な温室効果ガスである。さらに近年、大気中に放出された二酸化炭素を海洋が吸収することにより生じる「海洋酸性化」が問題として指摘されている。海水中のpHは一般的に弱アルカリ性を示し、表面海水中での約8.1から深くなるにつれてpHは下がり、北西太平洋亜熱帯域では水深1000m付近で約7.4と最も低くなる。二酸化炭素が多く溶け込むとpHが下がり、海水のアルカリ性が弱まる。pHの0.1の低下は水素イオン濃度で約26%の増加に相当する。

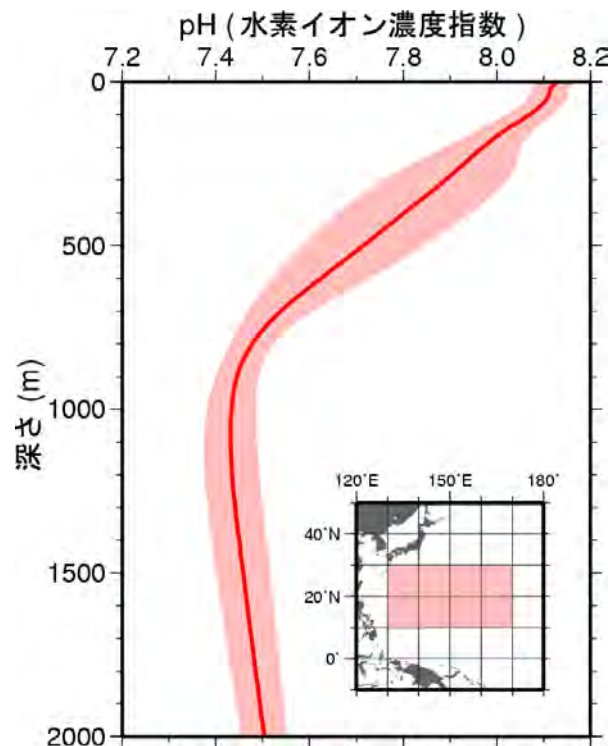


図5-17 海洋酸性化<sup>75</sup>

1990年代末から2000年代の初頭にかけて、海洋の酸性化が海洋生物に影響を及ぼすことが指摘されはじめたことで、研究者の間で海洋酸性化への問題意識が急速に高まった。海洋酸性化は、表面海水だけでなく海洋内部においても世界的に進行していると考えられており、将来大気中に排出される二酸化炭素の量に応じて更に進行すると指摘されている<sup>76</sup>。

#### <あるべき姿と技術的解決策>

海洋酸性化の進行について、まだ実態はよく分かっておらず、今後監視を継続し、科学的な知見を集積していくことが必要となる。

対策としては、先端技術開発の推進（二酸化炭素の海水からの直接回収等）がある。またこうした対策立案には環境変化の実態と将来予測が重要であり、そのための研究開発の推進も重要である。

#### <現在の技術レベル>

海洋CO<sub>2</sub>の回収技術開発はまだ成功（商用化）していない。

<sup>75</sup> 気象庁HP. 「海洋酸性化」 [https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/mar\\_env/knowledge/oa/acidification.html](https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/mar_env/knowledge/oa/acidification.html)  
地図中の赤塗りつぶし部分で得られた観測データから求められた北西太平洋亜熱帯域でのpHの平均的な鉛直分布を示す。赤線は平均値、塗りつぶしは標準偏差の範囲(±1σ)を示す。(

<sup>76</sup> Gruber, N. (2011), Warming up, turning sour, losing breath: Ocean biogeochemistry under global change, *Philos. Trans. R. Soc. A*, 369(1943), 1980-1996.