

よくある質問と回答

FAQ 3.2 | 地球の水循環が変化している証拠はあるのか？

地球の水循環には、地球表面での水分の蒸発と降水が関係する。大気中の水蒸気量の変化は、水循環が気候の温暖化に既に応答している確実な証拠である。さらなる証拠は、海洋塩分の分布の変化から得られる。世界の海洋上での降雨と蒸発に関する長期的な観測が無いため、海洋塩分の分布は雨量計の重要な代替となっている。

大気は気温が上がるほどより多くの水蒸気を含むことができるため、水循環は気候が温暖化すると強まることが予想されている。気温が 1°C 上昇するごとに、大気が保持できる水蒸気は約 7% 増える。1970 年代以降の観測結果を見ると、地表面及び下層大気中の水蒸気は増加しており (FAQ 3.2 図 1a)、増加率は観測された温暖化と整合する。さらに、蒸発量と降水量は気候が温暖化すると増大することが予測されている。

最近 50 年間に記録されている海洋塩分の変化は、上記の予測を裏付けている。海水は塩と淡水をどちらも含んでおり、塩分は海水が含む溶解塩の重量の関数である。塩は岩石の風化によってもたらされるもので、その総量は人間の時間スケールでは変化しないため、数日又は数世紀の間に海水の塩分が変わるとすれば、淡水の追加や除去によってしかあり得ない。

大気は蒸発した水蒸気のある場所から別の場所へ移動させることによって、淡水が正味で減少している海域と、淡水が増加している海域を結びつける。海面の塩分分布は、蒸発量と降水量の差、陸域からの流出水、海水過程の空間パターンを強く反映している。海流があるため、このような要素相互に関連したパターンには多少のずれがある。

亜熱帯域では蒸発量が降雨量を上回るために塩分が高いが、降雨量が蒸発量を上回る高緯度域や熱帯域の海水の塩分はそれほどではない (FAQ 3.2 図 1b, d)。最も塩分の高い海域である大西洋では、降水により増加する量以上に蒸発により淡水量が減少している。一方、太平洋はほぼ中立 (すなわち、降水で増加する淡水量が蒸発による減少とほぼ等しい) で、南大洋^{【註 1】} (南極周辺の海域) では降水量が卓越している。

海面と海洋表層の塩分の変化は、平均的な塩分パターンを強めている。蒸発が卓越している亜熱帯域は塩分がより高くなり、降水が卓越する亜寒帯及び熱帯域では塩分が低下している。500 m 以浅での変化を見ると、蒸発が卓越する大西洋では塩分が高くなり、ほぼ中立の太平洋や降水が卓越する南大洋では塩分が低下している (FAQ 3.2 図 1c)。

降水量と蒸発量の変化を直接的に地球規模で観測することは難しい。なぜなら大気と表面の淡水の交換のほとんどは、海洋で覆われている地球の表面の 70% において起きるからだ。長期にわたる降水記録が入手できるのは陸域に限られるうえ、蒸発については長期にわたる測定値がない。

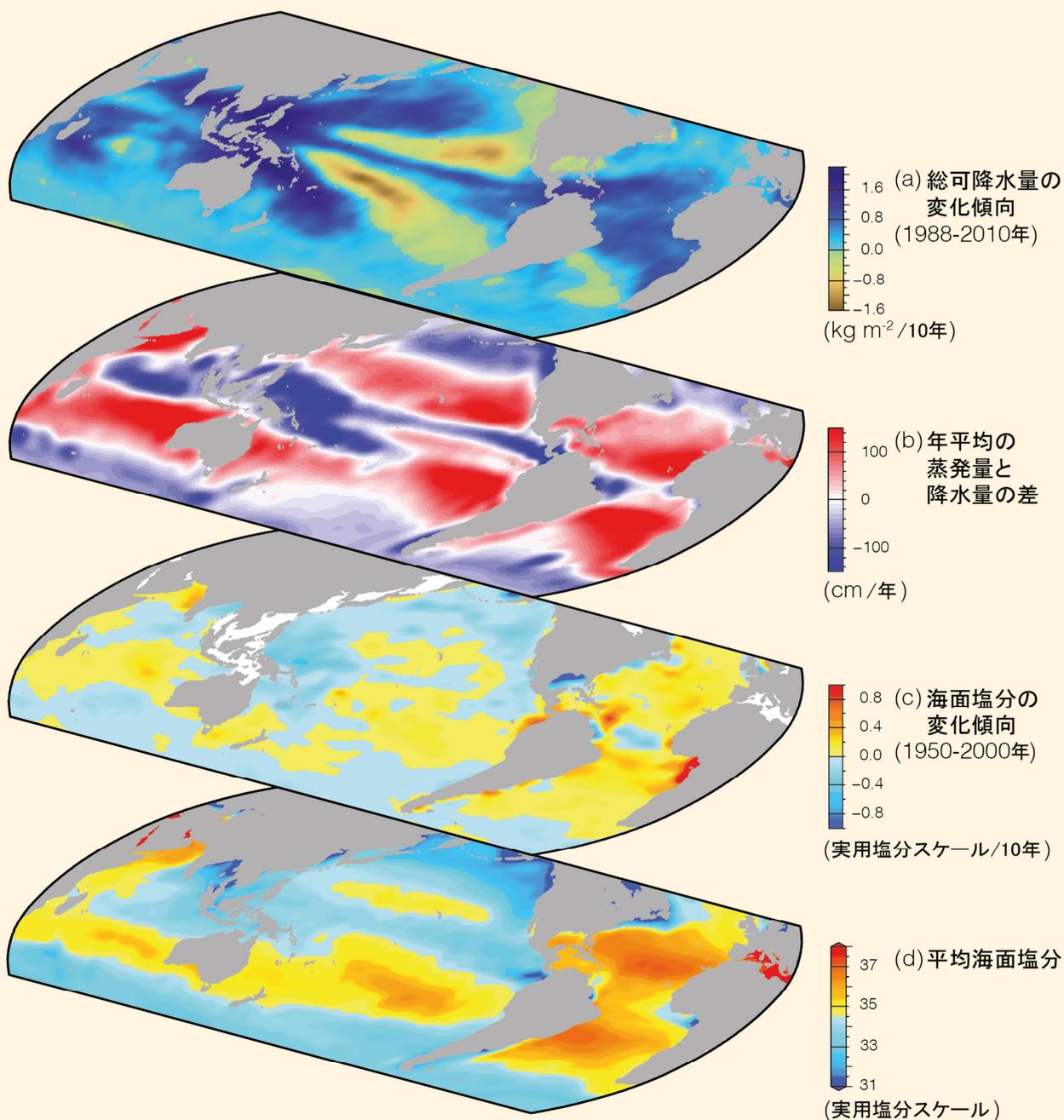
陸域の観測結果によれば、降水量は増加した地域もあれば減少した地域もあり、地球規模で統合した全体像を描くのは難しい。陸域の観測からは、極端な降雨現象の増加と、北半球の高緯度域での融雪の早まりに関連した洪水の増加が見られるが、変化傾向には強い地域性がある。干ばつの変化については、これまでのところ証拠を提供できるだけの地上観測結果は得られていない。

他方、海洋塩分は、海洋に関して感度の高い効果的な雨量計の役割を果たしている。海洋塩分は、海洋が降水から得る水と蒸発を通じて失う水 (これらはいずれも場所・時間ともにきわめて不規則に発生する) の差を自然に反映して平らにならしてくれる。海洋塩分は、大陸からの流出水や、海水又は浮遊している氷山の融解や凍結によっても影響を受ける。陸上での融氷によって追加された淡水は世界平均の塩分を変えるだろうが、現在までのところ変化はあまりにも小さいため観測できない。

FAQ 3.2 図 1 に示されるように、過去 50 年間のデータには海洋表層における広範な塩分の変化が見られ、降水量及び流出水量と蒸発量との差に系統的な変化があることを示している。

FAQ 3.2 は、第 2 章と第 3 章に報告されている観測結果と、第 9 章と第 12 章のモデル分析に基づいている。
(次ページに続く)

FAQ 3.2(続き)



FAQ 3.2 図1 | 海面塩分の変化は、大気側の蒸発量と降水量の差の分布と、総可降水量の変化傾向に関係している。(a)衛星観測(SSMI マイクロ波放射計)による総可降水量(地球の表面から全大気へわたって積分した水蒸気量)における線形傾向(1988~2010年)(10年当たり kg m^{-2}) (Wentz et al., 2007による)(青色系:より湿潤、黄色系:より乾燥)。(b)気象再解析データによる1979~2005年の気候学的に平均した正味の蒸発量と降水量の差(1年当たり cm) (米国国立環境予測センター/米国大気研究センター; Kalnay et al., 1996)(赤色系:正味の蒸発、青色系:正味の降水)。(c)海面塩分における変化傾向(1950~2000年)(50年当たり実用塩分スケール^{【訳注2】}【正誤表参照】(Durack and Wijffels, 2010による)(青色系は塩分低下、黄色・赤色系は塩分上昇)。(d)気候学的平均海面塩分(実用塩分スケール)(青色系: <35 、黄色・赤色系: >35)。

【訳注1】原文では“the Southern Ocean”。南極海(“the Antarctic Ocean”)とも呼ばれる。

【訳注2】実用塩分スケールは、標準溶液との電気伝導度の比によって決定された無次元の塩分尺度で、海水1 kg に溶解している塩分の重量をグラムであらわした数値とほぼ等しい。