

Q 47. 海面はほんとうに上昇しているのですか？

もし、南極の氷が全部融けて海水が増えると、低いところにある都市は海の底になってしまうのだそうですね。**Q&A46**で、南極の氷が少しずつ融けているのはまちがいない、という説明がありました。私は毎年夏に海水浴にいきますが、海面の高さがそんなに変わっているようには見えません。ほんとうに海面は上がってきているのですか？

A47. Q&A38で潮位を測る験潮場についてお話しました。港などで海水にもものさしを立てて、陸に対する海面の高さの変化を測る装置でしたね。潮位には波や潮の満ち引きなどの短い周期のものや(**Q&A39**)、季節変化や海流の状態の変化などによるもう少しゆっくりした変動などが含まれています。それらをすべて取り去ると、一年にわずか何 mm という海面のゆっくりした上昇(または下降)が残ります。これらのデータは温暖化による海面の上昇なのでしょうか。

問題はそれほど簡単ではありません。日本列島は地殻変動の激しい場所なので、海面の変化を測る基準となる大地が上下に動くからです。でも、うまい方法があります。わが国には、世界に誇る全国 GPS 連続観測網(**Q&A 23**)があります。験潮場の近くにも、当然 GPS 局があり、そこでの大地の隆起や沈降を測ることができます。潮位の変化率から、GPS で別途測った上下運動速度の分をあらかじめ引いてやればよいのです。たとえば潮位が毎年 5 mm ずつ上がる験潮場があり、その近くの GPS 局が年間 3 mm ずつ沈降していることを示したとします。すると、潮位の上昇のうち 3 mm は陸が沈む分ですから、残りの年間 2 mm が海面が上る分になります。

わが国の験潮場で測られた海面上昇から地面の上下の影響を取り除くと、平均して年間 約 1.9 mm ずつ海面が上がっていることがわかります(図 47-1)。このまま上昇がつづく、50 年で 10 cm になります。これは大きな値ですが、気をつけていないと、ひとりの人間の目で直接確認するのはむずかしそうです。

験潮は測地学のなかでも古顔で、海面の変化は昔からわかっていたいますが、昨今宇宙測地によって大地の上下運動が直接測れるようになり、海水準変動の研究も新しい展開を見せています。

海面上昇の直接の原因は、温暖化によってグリーンランドや南極の氷床、アルプスなどの山岳氷河が融けて海水が増えることで、これに海水の熱膨張の分が加わります。ちなみに、氷床でとけて海に流れ込んだ水は、まんべんなく世界中の海にいきわたって、いっせいに海水面を上げるわけではありません。たとえば、グリーンランドの氷が融けると、不思議なことにグリーンランド周辺の海面は下がり、グリーンランドから遠く離れた海でようやく海面が上がります。これは、融ける前のグリーンランドの氷が引力で海水を引き付けて、近くの海水面を無理やり引っ張り上げていたからなのです。

氷の重しが消えた陸地もじっとしていません。軽くなったグリーンランドは**Q&A37**や**46**でお話したようにゆっくり隆起し(ポスト・グレイシャル・リバウンド=後氷期回復)、逆に水が増えて重くなった海の底はゆっくり沈降します。こういった様々な作用が重なるため、日本のように地殻変動が激しい場所

でなくても、温暖化に伴う潮位の変化は結構複雑なのです。

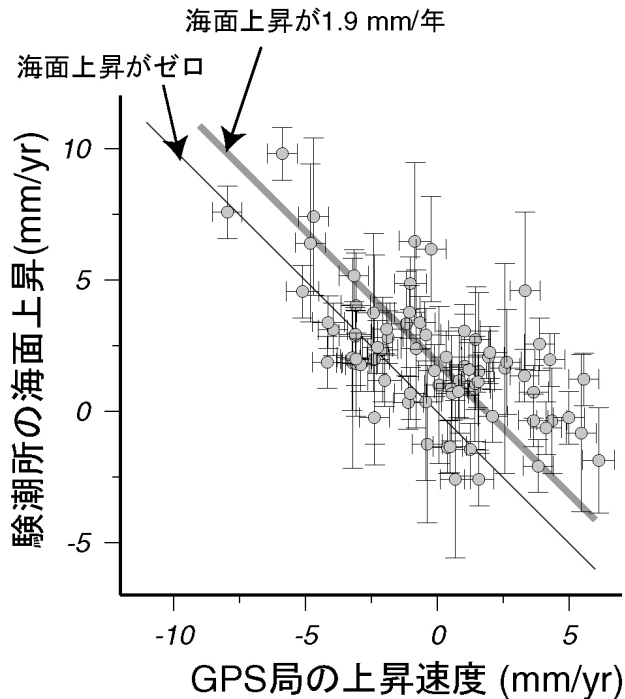


図 47-1 日本各地の海岸に設置されている験潮場で求められた、過去数十年の海面高の変化の値と、験潮場の近傍にある GPS 局で測った上下速度をくらべた図。GPS で測った上昇速度が大きいところの海面は下降し、沈降しているところでは海面の上昇がみられる (右下がりの分布になっている)。海面上昇が見かけのものであれば両者は 1 対 1 に対応するが、海面上昇に地球の温暖化に伴う実際の海面上昇の分があると、海面上昇の分だけ分布が上にずれる。日本ではその量はおよそ年間 1.9 mm である。

これらのすべての影響を考慮した上で、現在の海水面の上昇を世界中で平均してならずと、年間 2 mm 程度に落ち着くようです。その内訳は、グリーンランドの分が 0.6 mm、山岳氷河の分が 0.5 mm、残りが南極その他ということです。

現在進行中の海面上昇は、人類の活動が影響しているとされています。しかし、人類が登場する前から、地球の温暖化と寒冷化に伴って、海面は上昇と下降を繰り返してきました。現在は、約 1 万年前に最後の氷期が終わったあとの間氷期ということになっており、そのせいで、かつて氷床におおわれていた地域の隆起(Q&A37)が観測されているのです。特に間氷期がはじまってまもない縄文時代は、急速に温暖化が進んで極地方の氷が融け、わが国では「縄文海進」として知られています。このころは現在より何十mも海面が高かったのです。

たとえば、最も大規模な縄文遺跡として知られる青森の三内丸山遺跡は、現在は青森市を見下ろす高台にあります。海面の高かった当時は海岸べりの集落だったのです。それ以前の最終氷期の真最中の約 2 万年前は、水が氷となっ

て極に集まったため海面が数百mも下がり、日本列島は大陸と陸続きになっていました。アジアと陸続きだったアメリカに、人類が移動したのもこのころだそうです。

地球の温暖化・寒冷化のペースメーカーはやや意外で、ミランコビッチ周期といわれる地球の公転や自転の変動による日射量の変化のさまざまな周期なのです。

地球に四季をもたらす原因は赤道面の黄道面（地球が太陽のまわりを公転している軌道平面）に対するおよそ 23.5 度の傾きで、その傾きを保ったまま自転軸が 2 万年あまりかけてぐるりと回るのが歳差です(Q&A41)。この傾きは、他の惑星の引力によって 4 万年ほどの周期で数度変化します。傾きが大きくなると、現在氷床が発達している極地方の夏の日射量が増えて、氷が融けやすくなります。

歳差そのものも日射量に影響します。地球は太陽の周りの楕円軌道を公転しているため、太陽からの距離が季節変化します。太陽から最も遠い点を遠日点、近い点を近日点といいます。北半球の夏が近日点に一致すれば暑い夏が、遠日点に一致すれば涼しい夏になります。このタイミングは歳差とともに、2 万年あまりの周期で変化します。

他に地球の楕円軌道のつぶれ具合(離心率)も約 10 万年の周期で変化します。離心率が大きくなると、地球が太陽から受ける日射量がわずかに減ります。

これらの組み合わせと、地球の複雑な気候システムの応答によって氷期・間氷期の繰り返しが起こるのです。もう何億年も前になりますが、赤道近くにまで氷床が発達したスーパー氷河期とでもいうべき時期があったことが知られています。この状態の地球のことを「スノーボール（雪玉）地球」と呼びます。またスノーボール状態から回復した直後の地球は、灼熱惑星となったことも知られています。自然の原因による温暖化や寒冷化にくらべると、人間活動による温暖化なんて、意外にかわいいものといえるかも知れませんね。 (H)