

## No.13 「水循環-2」

今からおよそ46億年前、太陽系の元となる星雲が収縮を始め、中心の太陽にその質量の殆どが集まったが（太陽の質量は地球の33万倍）、その時、太陽の引力に引かれず、残ったほんの僅かな物質から、現在太陽の周りを回っている地球を始めとする9つの惑星が作られた。

地球は「水の惑星」といわれるように、その表面の3分の2は水で覆われている。広い宇宙空間に何千億個、銀河系宇宙だけでも1000億以上の星がある中で、唯一？地球だけが豊富な水を持っている。

何故、地球だけに海水をはじめとする液体の水が存在するのか？

地球に水が存在するためには、いくつかの条件がある。（以下 北野康「水の科学」参照）

第1に太陽系の元となった星雲に水の構成元素である水素と酸素が豊富にあること。

最近の宇宙科学の進展によって、宇宙の元素存在度から、水の材料である水素と酸素はふんだんに存在していたことが確かめられている。水素と酸素があれば、容易に水分子は出来る

第2に地球が太陽からの適当な距離にあること。

太陽から遠すぎれば、火星のように表面温度がマイナス60度Cとなり、液体の水は存在しない。また、近すぎれば、金星のように500度Cとなり、水是水蒸気となるが、すぐ水素ガスと酸素ガスに分解し、水素ガスは宇宙空間に逃失してしまうため、水は金星にも存在しない。太陽から絶妙の距離にあり、平均気温15度Cを保っている地球のみに液体の水、氷雪、水蒸気の3態の水が存在できるのである。

第3に地球がほどよい質量（引力）をもっていたこと。

水は太陽からのエネルギーで蒸発して水蒸気になり、低温な上層で氷雪や雨となって、再び（地球の引力に引かれて）地球表面に戻ってくる。地球がもっと軽かったら引力は小さくなり、水蒸気は宇宙空間に逃げてしまい、地表面に戻ってくることはない。また、地球がもっと重くて引力が大きかったら、水素ガスやヘリウムガス等の軽いガスも重力圏内に留められ、地球大気はこれらのガスで覆われてしまう。水素ガスやヘリウムガスは宇宙空間に逃がすが、水蒸気は逃がさない地球のほどよい質量（引力）によって、水は地球に存在している。

第4に地球の大気中に適度な温室効果ガスが含まれていること。

主として、現地球大気中に含まれる0.03%の二酸化炭素と1%の水蒸気が、地球平均気温を15度Cに保っている。これは、30気圧下で二酸化炭素が97%を占めていた原始大気を37億年以上かけて、生物が作り出したものである。もし、生物が二酸化炭素をよけいに固化するか、大気中の水蒸気がすべて液体の水になってしまったら、温室効果ガスはなくなり、地球の平均気温はマイナス18度Cになる。水は殆ど氷となり、生物は生存できないであろう。

以上のどの条件が欠けても、地球に水は存在しない。何億兆分の1という極めて確率の低い偶然が重なり合うことによって、地球に水が存在し、地球に生命が生まれ、多様な生物が生存できるのである。正に、「生命の水」といえるだろう。

地球の水の総量は1360×10の7乗 億トン、その97.2%が海洋に存在している。残りの2.8%のうち、2.15%が氷河や極氷であり、その他、地下水として0.62%、淡水湖や塩水湖として0.017%、大気中に0.001%、人類がもっとも利用している河川水としては、僅かに総量の0.0001%でしかない。

これらの水是水蒸気、水、氷雪と姿を変えながら、一定の滞留時間をもって、循環している。例えば、氷河の平均滞留時間は15000年、海洋は4000年、河川水は14日、大気の水蒸気は10日間、それぞれの場所に滞留しながら循環し、最終的には海から出て海に戻っていくスケールの大きな循環をしている。

しかし、最近、急激に増大した人類活動によって、今まで安定していたこの水循環システムが乱れ始めている。

循環システムが乱れた場合を予測するには、極端な仮定をしてみると、その重大さがはっきりする。例えば、淡水の殆どを占めている氷河、極氷の80%は南極に存在している。この南極の氷が全て溶けたら、海洋の水位は約50m上昇する計算になる。

また、地球表面の平均降水量は年間約1000mm(1m)とすると、およそこの量と同量が海洋から蒸発して循環していることとなる。万一、循環せず蒸発しているだけなら、海洋の平均深度は3800mであるから、3800年、約4000年足らずで海は干上がる計算になる。反対に蒸発せず、降水しているだけなら、100年間で100m水位が上がり、陸地の50%以上が海に沈むことになる。

勿論、これは極端な仮定である。しかし、前述したように両極地の氷が溶けはじめ、各地の氷河が過去になかった速度で後退している。一方、世界のいくつかの

---

大河が海に行きつく前に干上がる現象が多くなってきており、人類が最も依存している河川水が不足し始めている。これらは水循環が乱れ始めた兆候である。

気候変化とはこのような極端な気象が局地的に発生することが重大なのである。砂漠のような地域では一層激しい蒸発が進み、熱帯林のような降水の多いところでは集中豪雨が多発することになる。

最終的には、南極氷床の融解と氷棚の崩壊による海面上昇が起こることになる。

約10000年前まで南極氷床はふっくらしたお餅型をしていた。氷期が終わると共に、氷床は縮み始めた。氷床の表面積はおよそ1400平方kmで日本の37倍、グリーンランド氷床の10倍。平均氷厚約2000m、全体が融解すると海水面は約8m上昇。CO<sub>2</sub>の濃度が2倍になると、中低緯度域では2度以上、極域では7度以上気温が上昇。温暖化による影響は極域では大きい。海水温が上昇すると、氷棚の融解が促進し海水の熱膨張がおこりその浮力により氷棚の崩壊が起こる。

—— 統計資料他 ——

日本の水収支 (国土庁 日本の水資源 2000)

年間平均降水量：6500 億t/年

蒸発量：2300 (35%)

人間利用量：802 (12%)

(うちわけ、農業用水：590 生活用水：164 工業用水：138)

残り3398億t (57%)のうち、一部は地下水を涵養し、殆どは河川を通じて海へ。

「--- 水は (物質の) 大きな溶解力を持つうえに、大きな運搬能力も、また分別能力をももち、地球上で水蒸気、水、雪氷と姿を変えながら、海から出て海に戻る非常に激しくも速やかな循環をしてくれている。---」(北野康「新版水の科学」1995)

「-- 空は非常に広大で澄んでいたために何ものにもその色を変えることができず、河川は極めて大きく水量が豊富であったためにどのような人間活動もその質を変えることができず、木々や天然の森林は非常に豊富に存在していたために消滅してしまうことはないと思われていた。いつかそれらは再生する、と。」(ジンバエブのビクトリア・チテポ天然資源・観光大臣が1986年の環境と開発に関する世界委員会で述べた言葉 大来佐武郎)