Osaka University Knowledge Archive

Title	カーボンニュートラル
Author(s)	小山, 博記
Citation	癌と人. 2007, 34, p. 8-10
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/23601
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

カーボンニュートラル

小山博記*

1. 葉刈り量の増加

私の住んでいる家には小さいながらも庭があり，かなりの植木が生えている。「生えている」というのは，植木を新たに入れたものもあるが，生来生えていた野生のものもかなりあるという意味である。当地は，阪急電車（宝塚線）が明治の末期に開通した時に，駅周辺一帯に開発した分譲地の一つであり，旧町名は「松原通」と言っていた。その名のとおりこの近隣は松が密生していたらしく，当家にも野生の大きな松の木が4本あった。うち3本は最近次々と天寿を全うしたが（公害か，ケアー不足かも），斜めに伸びたあまり形の良くない最後の一本はなお生存中であり，おまけに年々幹が太くなり，葉ぶりも青年期の様相である。その他の植木を含め，年一回いつもの植木屋さんに葉刈りをしてもらっているが，悩みはその葉刈りの量が年々増加することである。老木ばかりと思っているのにどうしたことか。その植木屋氏の言では，彼の顧客のどの家でも葉刈りの量が年々多くなりその処理に困っているとのこと。その原因は地球温暖化とのことで，毎年同じ講義を彼から長ながと聴かされる。それより葉刈りをしっかりしてほしいのだが。

2. 地球温暖化

実際，ここ10年来気候の温暖化が続いていることは間違いない。「気候変動に関する政府間パネル」（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）第三次評価報告書によれば，19世紀後半から平均的な地表気温は0.6 ± 0.2℃上昇した，そして「気候モデル」の検証から，将来予測として1990年から2100年にかけて気温は1.4-5.8℃上昇すると結論付けている。世界の平均気温が2℃上ると，破滅的な事象が発生するらしい。極地の氷が溶けて海水面が上昇し，たとえば　南太平洋TUBALU（珊瑚礁の島）では2006/2/28の大潮（キングタイド）の時にはこれまでで最大の潮位上昇が起こり，海浜地区の床上浸水のみならず島の内部からも海水が噴出した。また，大気圏，特に対流圏中に内在するエネルギー総量が大きくなるので，このエネルギーの偏在で起こる台風，洪水など自然災害もその規模が大きくなる。2005年カトリナ台風がニューオーリンズを襲い大災害を起こしたのもその一つである。

3. 温室効果ガス（greenhouse gas）の蓄積

地球上各国で工業化による動力源，生活環境改善のための冷暖房などのため，エネルギー消費量が加速度的に増加，CO_2をはじめとする温室効果ガスの排出が続いている。

1) 炭酸ガス（CO_2）

毎年220億トンが地球上に排出されている。ハワイのMauna Loa観測所のキーリング（Keeling, C.D.）によって1958年に始められた大気中のCO_2測定の結果によれば，1958の315ppm前後から2006年の380ppm前後まで，加速度的な上昇が続いている（キーリングのカーブ）。南極でのCO_2測定でもほぼ同様の変化を示している。化石燃料（fossil fuel）からでるCO_2の57%が大気中に残るとしたときの大気中のCO_2濃度の推定計算値はこの実測値とぴったりと一致した。

2) メタン（CH_4）

地球上に排出されるメタンガスは，動物の呼吸，肥料，天然ガス，ゴミの埋め立て，化石燃料などで年に2億5千万トンが放出されている。

*大阪府立成人病センター　名誉総長

量は少ないがメタンガスはCO_2の20倍もの温室効果がある。近年，日本近海の海底内に大量に存在することが発見されたメタンハイドレートは将来のエネルギー源として注目されているが，海水温が上がるとこれ自身が海水に漏れ出し，さらに大気中にも放出されるとも言われている。メタンハイドレートをうまく取り出す技術を日本が開発すれば，日本は資源大国になるらしい。しかし，費用の面でとてもペイするものではなさそうであるが，夢として持ち続ける価値はある。

3) 水蒸気 (H_2O)

水蒸気は大気中に存在する量でも，赤外線の吸収量でも桁違いに多い。地表から輻射される赤外線を広い波長範囲にわたって補足するので温室効果は非常に高い。一方，水蒸気は水が蒸発するときに気化熱として熱を奪っているので，地表を冷やす効果がある。しかし，その分大気がポテンシャルエネルギーを内蔵することになる。このエネルギーをうまく地球外に放射してくれたらよいのだが，実際，水蒸気の温暖化に対する影響を計測，予測することは非常に困難らしい。

4. 地表の温度調整
（放射エネルギーの IN/OUT）

地球の断面積1 m^2当たりに注がれている太陽からのエネルギー放射量（放射強制力 radiation forcing）は1,360ワットである。これを太陽定数という。地球の表面・大気・雲によって30％は反射され，残りの70％が地球に取り込まれる。これを地球の全表面積で平均すると，球の表面積は断面積の4倍であり，朝夕，昼夜の区別なく平均すると1 m^2当たり238Wとなる。地球全体の表面温度が-18.7℃であれば出入は均衡する。大気があるので地表温度では平均15℃となる。

放射強制力とは地球—大気システムに出入りするエネルギーを表すもので，1 m^2当たりのワット数（W/ m^2）で表記される。1360Wとは家庭用エアコンのパワーであり，地球上に縦，横1m間隔でエアコンをびっしり敷き詰めて，フルパワーで運転し続けることを考えると，どのくらいの熱量か分かったような気になる。

大気中の温室効果ガスが地球からの熱放射を妨げると云うが，これは太陽光の通過も妨げるので，差し引き0でないのかと思っていた。

大気中の水蒸気，炭酸ガス，メタンなどは太陽放射の短い波長帯（可視光）に対しては比較的透明でこれを透過させる。一方，地表からの放射は赤外域の長波長のものが大勢を占め，これは温室効果ガスに吸収されやすく，そこから反射の形で放射熱が地表に戻ってくる。すなわち，太陽からの放射と地表からの放射の波長スペクトラムの差によって地表にエネルギーが貯まることになる。

5. カーボンニュートラル（Carbon Neutral）
—排出量取引（Emissions Trading）の考え方

2007年の年はじめ，朝日新聞では「脱温暖化社会へ－京都の約束まで1年」と題して数日連載記事がでていた。その中で，海外を廻るエコツアーに参加したある女性が，旅行で乗ったジェット機の排出したCO_2は一人当たり2トンであったと。これはエコツアーの目的に反するので，モンゴルに300本のモンゴリマツを植樹してもらったとの記事があった。ジェット機の出すCO_2 2トンは300本のマツが20年かかって吸収する量に相当するらしい。

「京都議定書」では，炭酸ガスの絶対量を減らす以外に，技術援助をして他の国のCO_2排出量を減らせば，その分は自国の排出量を減らしたことにカウントされる。日本のある大手企業が石炭工業で栄える中国重慶においてあるプラントを創設し，CO_2の排出を大幅に減少させた。この減少量は日本の実績になるとのこと。これが「排出権取引」と言うもので京都議定書で定められており，「京都メカニズム」とも云われている。目標を無理やり押しつけるのではなく，市場経済の論理を生かして，各国，各企業の努力を促そうという考えである。

ガソリンなど化石燃料を使わず，アルコール

類を使う自動車などの開発が進んでおり，やがてメジャーになることが期待される。アルコールは木材，廃材，穀物など「現役」の植物より作ることができる。現役植物は大気中の CO_2 を吸収してくれるため，現時点での地球上の炭素収支をプラマイゼロにすることができる。これがカーボンニュートラルの所以である。 京都議定書では日本の炭酸ガスなどの排出量削減目標は 2012 年までに 1990 年の -6％とされている。ところが，2002 年実績ではマイナスどころか +8％とのこと。これまで京都議定書にそっぽを向いていたアメリカもようやく前向きに取り組みはじめたようで，2007/1/23 の一般教書演説でブッシュ大統領はガソリン消費量を今後 10 年で 20％削減し，エタノールを生産する方法に投資すると述べている。

「カーボンニュートラル」は新鮮な語感を持つ響きの良い言葉で，キャッチフレーズとしていいものを選んだと思う。ちなみに，この言葉はアメリカで 2006 年の「今年の言葉」になったそうである。

6. 温室効果ガス説に対する反論

地球の公転軌道の離心率と自転軸の傾きの周期的変化，さらに自転軸の歳差運動という 3 要素により，地表に受ける日射量が天文学的な期間を単位に複雑に変動する。この周期をミランコビッチ･サイクル（Milankovi ć Cycle）と言う。これに基づけば現在は氷河期を終え間氷期にあることになる。従って，これまで太陽 - 地球規模で繰り返されてきた温度変化と比べれば，現在の CO_2 ガスの排出を主因とする地球温暖化は小さなものであると言う反論である。

しかし、IPPC 第 4 次報告（2007/2/2）では、世界の平均気温 1906-2005 で＋ 0.74℃上昇、海面 20 世紀の 100 年で 17cm 上昇した、そしてこの現象は自然変動では説明がつかず、温室効果ガスなど人為的原因の確率が 90％以上と述べている。

7. An inconvenient truth

2007 年 2 月中旬、大阪でも映画「An inconvenient truth（不都合な真実）」が上映された。これは前アメリカ副大統領ゴア（Al Gore）氏による地球温暖化についてドキュメンタリーであるが、彼は以前よりこの問題に造詣が深く、精力的に参画し、少なくとも 1000 回以上の講演をするなどそのスピーチは高く評価されている。この映画の内容も豊富な科学的根拠に基づき、地球上で現実に起こりつつある事象を、ハイテクの美しい映像を用いて解説するなど、ダイナミックで説得力のある作品と感じた（DVD も発売）。

温暖化対策は必要なことは分かっていてもなお切実感は薄い。しかし、2007 年冬の暖冬ぶりには何かを感じずにはいられない。スキー大会の中止、ワカサギ釣りができないなど異常現象はこれからも頻発しそうである。An inconvenient truth が主張するように、「今すぐ対策」をとらなければならないことを実感する。

（表）世界の二酸化炭素排出量に占める主要国の排出割合と各国の一人当たりの排出量の比較 (2003 年)

国名	国別排出量比（%）	一人当たり排出量（トン）
アメリカ	22.8	19.7
中国	16.4	3.2
ロシア	6.3	11.1
日本	4.9	9.6
インド	4.3	1
ドイツ	3.4	10.3
イギリス	2.3	9.6
アフリカ	3.4	1

EDMC ／エネルギー・経済統計要覧 2006 年版