

地球温暖化と温室効果ガスの検証（6）＜二酸化炭素・CO₂の働き＞

政府も「go to・・・」キャンペーンなどで、新型コロナ下で経済を回そうと必死です。感染を収束させることと経済を立ち直させることの両方に取り組んでいかなければなりません。現状では非常に困難な仕事になっています。また、読者の皆様も仕事を進めながら感染予防をしなければなりませんので、気を遣う毎日だとお察しいたします。ここは何とか、お互いに踏ん張って行こうではありませんか。

* 今月は、“温室効果ガス”とされています二酸化炭素・CO₂の話となります。

【二酸化炭素・CO₂の働き-1】 生命を生み育んだCO₂

それでは一体CO₂はどのような性質をもつ気体なのか？ 地球の歴史に対してどのような影響を与えてきたのか？ あやふやなコンピュータ予想でしかない未来はさておき、少なくとも 18 世紀から現在までは、人類と生物圏に大きな恵みを与えてくれました。

なお、温暖化関係のテレビ番組やニュースでは、汚い煙を吐く発電所や工場の煙突とか、白っぽい排ガスを出すクルマの後尾をよく予告ふうに流します。メディアは「CO₂=悪」のイメージを伝えたいのかもしれませんが、CO₂は目に見えない気体なので、明らかに印象操作です。

ここで、CO₂がもつ性質のうち、本項に関連するデータを次表にまとめました。

二酸化炭素・CO₂の性質

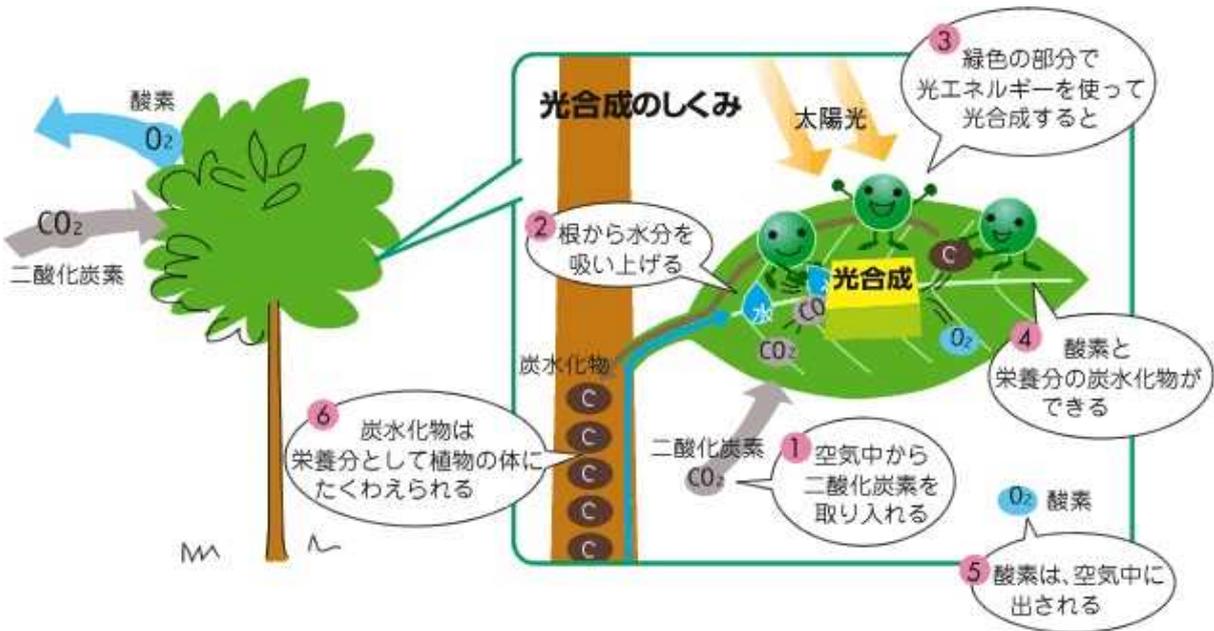
分子量	44
大気中の濃度	280 ppm = 0.028% (1800 年ごろ) 417 ppm = 0.0417% (2020 年)
呼気中の濃度	30000 ~ 50000 ppm (3 ~ 5%)
ハウス栽培で使う濃度	1000 ~ 1500 ppm
作業環境の基準値* ¹	8000 ppm
大気中の総量	約 3 兆トン
光合成による固定量* ²	約 4000 億トン / 年
大気-海洋の交換量* ³	約 80 億トン / 年

* 1 3 か月航海の潜水艦内（米国）。

* 2 生物体の腐敗による放出量とほぼつり合う。

* 3 光合成・腐敗を除く部分。

次図のように、太陽エネルギーを使ってCO₂から有機物をつくる光合成生物は 35 億年ほど前に生まれたといいます。この光合成のしくみは、地球環境を一新する最高のプレゼントでした。その後、あらゆる生物が、CO₂のおかげで進化と繁栄をつづけてきました。



植物の光合成のしくみ

[二酸化炭素・ CO_2 の働き-2] 人間は植物に寄生している

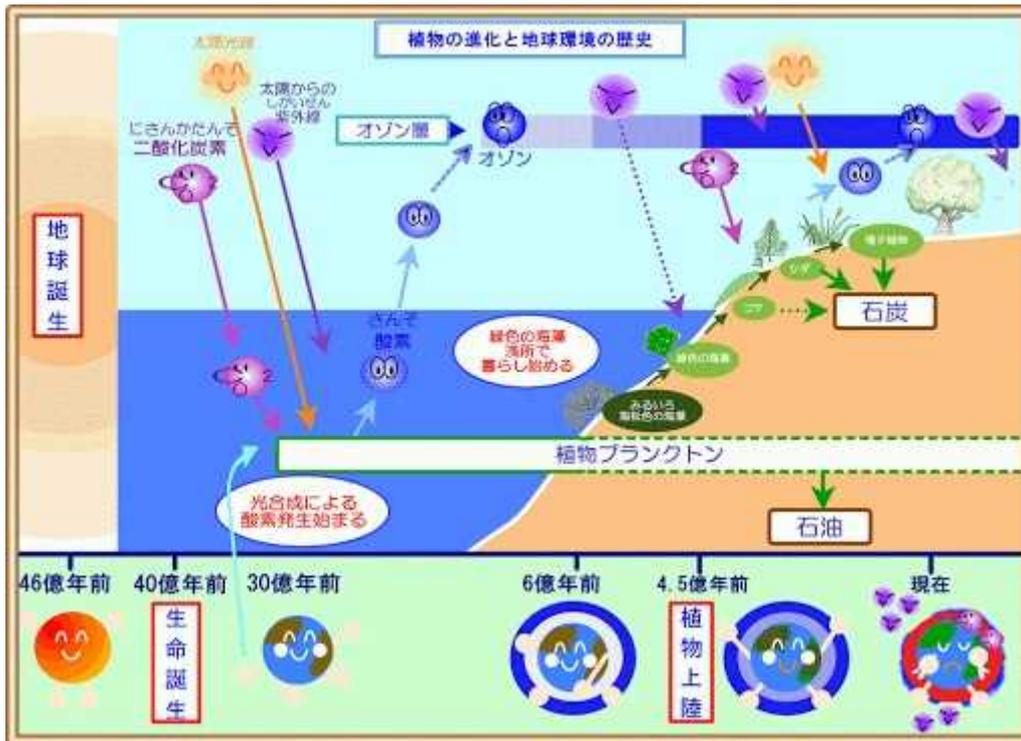
ご飯やパンのような穀類のほか、野菜や果物も光合成の直接産物です。豚肉や牛肉は、植物の成分（光合成産物）を食べて育った動物の組織にほかなりません。大魚は小魚や動物プランクトンを食べるが、小魚は（貝類も）海藻や植物プランクトンを食べて育ちますから、水中でもほんとうの生産者は植物しかいません。酒やジュースも植物の成分からつくります。つまり食卓に乗るもののうち、光合成（ CO_2 ）と縁がないのはほぼ水と食塩しかありません。

人間を含めた動物は、生存に必要な物質の一部しか自分でつくれなため、植物が自分用につくった物質とか、植物を食べて育った動物の組織から物質を奪って生きています。いわば植物に寄生する存在だといえます。

さらにいえば、そんな人間がつくる高層ビルや街路も、クルマが走る現代社会も、植物のおかげで生まれました。根元をたどれば CO_2 のおかげだといえます。体重の約23%を占め、60キログラムの人なら約14キログラムにのぼる体内の炭素Cも、もとは大気中の CO_2 でした。

いまの暮らしと産業に欠かせない化石資源（石炭、石油、天然ガス）も、2~3億年前の地球に栄えた植物が、大気中の濃い CO_2 を光合成活動で固定してくれた直接・間接の産物だとわかります。そんなふうに、あらゆる人間活動は植物に支えられています。

植物の光合成活動は、年に4000億トン以上の CO_2 を大気から吸います。大気中にある総量（3兆トン超。前表）の七分の一ですから、植物は10~20年で大気中の CO_2 を総入れ替えしています。

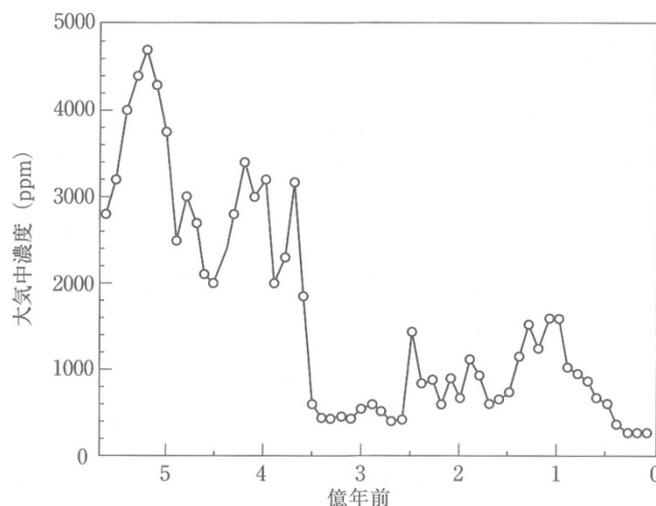


地球環境を変えた光合成による植物の進化

[二酸化炭素・CO₂の働き-3] 植物のCO₂不足の苦難の時代

過去およそ5.5億年で大気中のCO₂濃度がどう変わってきたかを、次図に示しました。推定には、葉の化石に残る気孔の観察がよく使われます。葉の裏側に多い気孔は、光合成原料のCO₂を取り込むほか、体の水分が外へ出ていく「蒸散」の経路にもなります。

私たちと同じく植物にも水の確保は死活問題ですから、気孔はできるだけ開きたくありません。大気中のCO₂が濃いほど、CO₂を取り込みやすくなるので、気孔の数や開口部の面積を減らせます。図のデータは、植物化石の気孔を調べた推定値です。むろん推定値にはかなりの誤差があって、たとえば2億年前の約800ppmは「500~2000ppm」、4億年前の約3000ppmは「1000~6000ppm」の幅をもつと推定されますが、いまの濃度（約400ppm）よりだいぶ高かったのは間違いありません。



5.5億年前からの大気中のCO₂濃度の推定値

身近な植物たちは、4~5 億年前にたまたま上陸した緑藻が、いまよりずっと高いCO₂濃度のもとで進化・分化しながら栄えた生物の子孫だといわれています。直近の 1 億年（前図の右端あたり）に注目すると、その期間ずっと植物は、CO₂の減少という「環境悪化」に耐えてきました。

ですから過去 200 年間に及ぶCO₂濃度の上昇は、植物にとって願ってもない恵みだったのです。植物にとっての恵みは、もちろん生態系と人間社会にとっての恵みにもなります。何かいままでに起き、これから起きそうかを考えてみましょう。

[二酸化炭素・CO₂の働き-4] CO₂の増加と植物の生育

濃いCO₂のもとで育てた植物は、塩分の多い土や養分が少ない土にも、高温や日照不足にも強く、低温や酸化ストレスにもよく耐え、昆虫の食害も受けにくいのです。CO₂濃度を上げた場合、栽培条件が良好なときより、厳しいときのほうが生育量の増加率が高くなっています。

さらに、CO₂濃度を 300ppm だけ上げた場合の生育量増加は、温度が高いほど大きい。米国の農業博士アイドソが調べた 42 例の試験結果によれば、低温の 10°Cだと効果もあまりみえませんが、38°Cでは生育量がほぼ 2 倍になったということです。

地球温暖化が進むと植物の生育地が寒いほう（北半球なら高緯度）に動くというコンピュータ予想はありますが、高温で育ちやすくなるなら、植物が「引越す」理由はありません。CO₂濃度が上がれば気孔の面積が減るため、高温で起きやすい乾燥化にもよく耐えます。

CO₂ 濃度を 300 ppm 上げたときの収量増加率

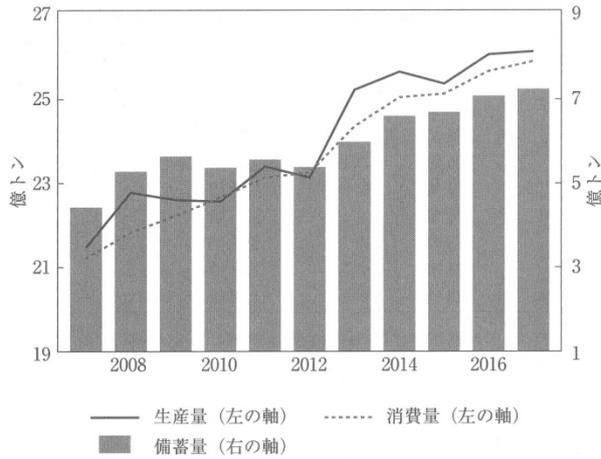
作物	収量増加率	作物	収量増加率	作物	収量増加率
小麦	1.35 倍	サトウキビ	1.34 倍	ブドウ	1.68 倍
大麦	1.35 倍	ピーナッツ	1.47 倍	リンゴ	1.45 倍
ライ麦	1.38 倍	アブラナ	1.47 倍	バナナ	1.45 倍
水稲	1.36 倍	ココナッツ	1.45 倍	オレンジ	1.55 倍
トウモロコシ	1.24 倍	タマネギ	1.20 倍	ナシ	1.45 倍
ジャガイモ	1.31 倍	トマト	1.36 倍	オリーブ	1.35 倍
ニンジン	1.78 倍	ナス	1.41 倍	マンゴー	1.36 倍
サツマイモ	1.34 倍	レタス	1.42 倍	スイカ	1.42 倍
ダイズ	1.46 倍	カボチャ	1.42 倍	コショウ	1.41 倍

[C. D. Idso (J. Marohasy, Ed.), "Climate Change: The Facts 2017", Chap. 13, Connor Court Publ. (2017)]

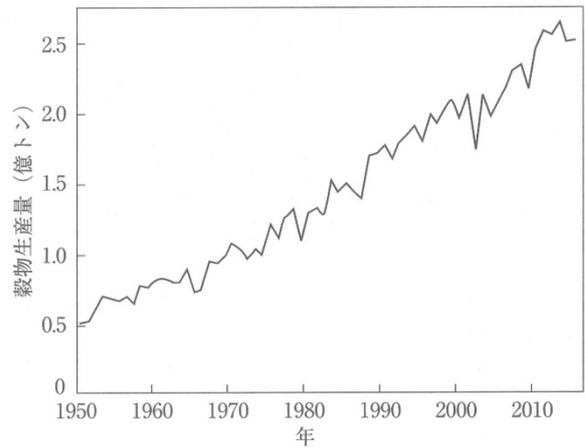
このところ農産物の収量は全世界で増えつづけている。国連食糧農業機関が 2017 年 12 月に発表した世界の穀物生産量と消費量、備蓄量（2007~2017 年）を次図左に示します。

また、インドの穀物生産量は次図右のように変わってきました。1951~2014 年の 60 年余りで、総人口が約 3.8 億から 12.5 億へと 3.3 倍になった一方、穀物生産量は約 5 倍にも増えています。

増収の要因としては、むろん農耕技術や肥料・農薬の進歩が大きいわけですが。前表の栽培試験結果を見れば、少しずつ上がる気温と、快調に増えるCO₂も何割かは好影響を与えているはずで



世界の穀物生産・消費・備蓄量推移



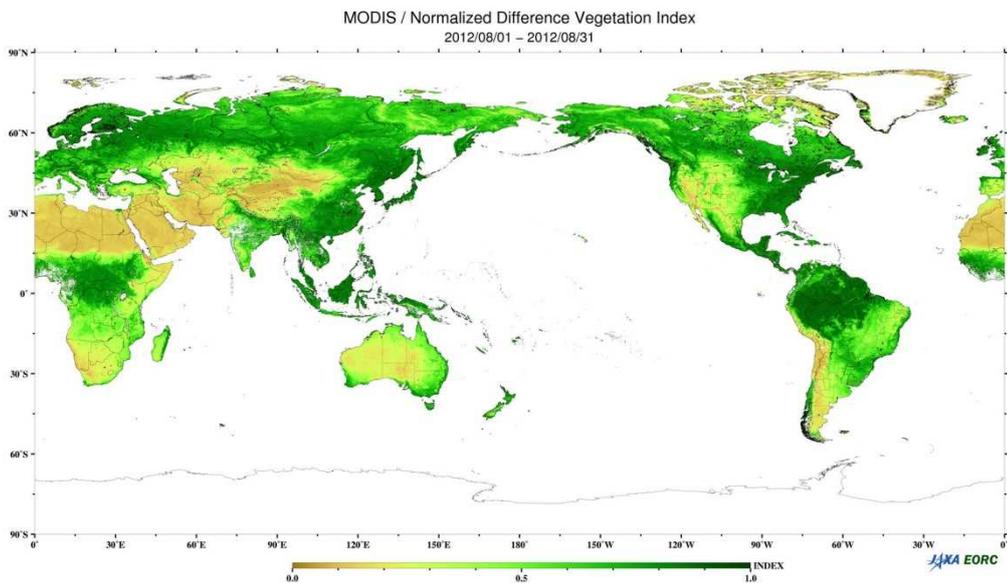
インドの穀物生産量の推移

農業に及ぼすCO₂の恵みをまとめる形で、米国ミシガン州立大学のウィットワースが1995年の本にこう書いています。

「耕地や水、エネルギー、鉱物、養分といった天然資源の枯渇が心配な現在、大気にじわじわ増えるCO₂は、植物を元気にして食糧生産を増やす貴重な天然資源だといえよう。タナボタの恵みだともいってよい。しかもその恵みは、途上国・先進国を問わず享受できる。」

[二酸化炭素・CO₂の働き-5] 地球の植生

産業革命の開始から現在まで、大気にCO₂が増えるおかげで、地球の植生（森林と草地）は重さがほぼ倍増したといえます。ここ数十年、熱帯雨林も加速度的に増えています。



MODIS 衛星のデータ解析による地球上の緑地分布 (JAXA 資料)

北京大学の朱再春ほか31名(8か国・24機関)が『ネイチャー・クライメート・チェンジ』誌に発表した。1982~2012年の33年間にわたる観測の結果は次のようでした。

- (1) 33年間に地球全体で植物の量は10%ほど増えた。
- (2) 植生がある場所のうち25~50%で緑が増えた(減った場所は4%だけ)。サハラ砂漠の南部(サヘル地域)やシベリア、アマゾン流域の緑化がとくに激しい。
- (3) 緑が増えた場所の総面積(1800万平方キロメートル)は米国本土の2倍を超す。
- (4) 緑を増やした要因のうち、大気に増えるCO₂がほぼ7割と推定される。

これらは、マスメディアや環境保護団体の「地球の緑の危機」騒ぎとは正反対の事実だということです。農産物のみならず地球上の緑に対して、私たちが化石燃料を燃やして大気に出すCO₂は、お返しに計り知れない恵みを与えていることとなります。

次回は、「二酸化炭素・CO₂の働き」の続きとして、“温室効果”、“大気汚染の誤解”などについて、の話となります。

<参考・引用資料>

「地球温暖化狂騒曲・社会を壊す空騒ぎ」渡辺 正(著)、丸善出版

「二酸化炭素は本当に地球温暖化の原因か？」ブログ 井上雅夫

「地球温暖化 ほぼすべての質問に答えます！」明日香壽川、岩波書店

「不都合な真実」アル・ゴア(著)、枝廣 淳子(訳)、実業之日本社文庫

「地球温暖化の不都合な真実」マーク・モラノ(著)、渡辺 正(訳)、日本評論社

「地球温暖化・CO₂犯人説は世紀の大ウソ」丸山茂徳、戎崎俊一、川島博之ほか、宝島社

「科学者の9割は『地球温暖化』CO₂犯人説はウソだと知っている」丸山茂徳、宝島社

「気象庁」ホームページ／各種データ・資料

「日本の気候の長期変動と都市化」2010年度日本気象学会賞受賞記念講演 藤部文昭

「論文：地球温暖化の太陽活動原因説」松田卓也、あすとろん第3号(NPO花山星空ネットワーク)、