

カーボンニュートラルの正しい理解 成長速度から森林の伐採問題を考える。

森林に原材料を依存している建築業や製紙業のこともあり、樹木をどうしても伐採しては行けないというわけには行かない。一方、環境破壊の観点から森林の伐採についてはこれを抑制していかなくてはならない。こうした矛盾ともいえるような状況のなかで、いま世論では、カーボンニュートラルという観念をつくり、これにより、森林の伐採は地球温暖化の要因のひとつである二酸化炭素の濃度上昇の原因とはならないという認識で、産業保護を優先的に進めようとしている。しかしながら、我々は先に、森林が持っている炭酸同化作用による炭酸ガス固定の能力は、近年の自動車を始めとした、エネルギー多消費文明化社会で排出される炭酸ガスの濃度を下げる役割を担っているという、地球的な規模での問題から森林伐採についての考え方を変えなくては行けないと指摘した。

しかしながら、ここで注意していただきたいのは、森林伐採について何が問題かということである。我々の議論は、あくまでも、現段階で実施されている熱帯雨林の伐採の問題であり、短期間で地域破壊に及んでいる熱帯雨林の伐採について問題である。一口で森林と言っても、温帯地域の森林もあり、寒冷地での針葉樹林の場合もある。これらを一緒くたにして、森林伐採が大気中の炭酸ガス濃度の上昇につながっているというのではない。同様のことがカーボンニュートラルの理解についても言える。バイオマスの産業保護のために主張されているカーボンニュートラル、製紙産業で必要なパルプの材料として針葉樹林の伐採、あるいは、間伐材の伐採など、伐採の目的、場所、そして、伐採の樹齢により、カーボンニュートラルの意味合いが変わることに注意をしなければならない。カーボンニュートラルという概念は、確かに大雑把な量的な問題としてとらえるのであれば、質量保存的な考え方かも知れないが、今、この地球上で問題となって入るのは、何十年とか、何百年とかという長いスパンで考えているのではなく、まさに、現時点での問題であり、この 5 年後、10 年後にこのままで行くと我々の生活環境がどうなるかと言うことを議論しているのだ。つまり、定性的な感覚で物事を処理するのではなく、議論をする時には時間軸という基本的な尺度でしっかりと、定量的な議論をしなくてはならない。

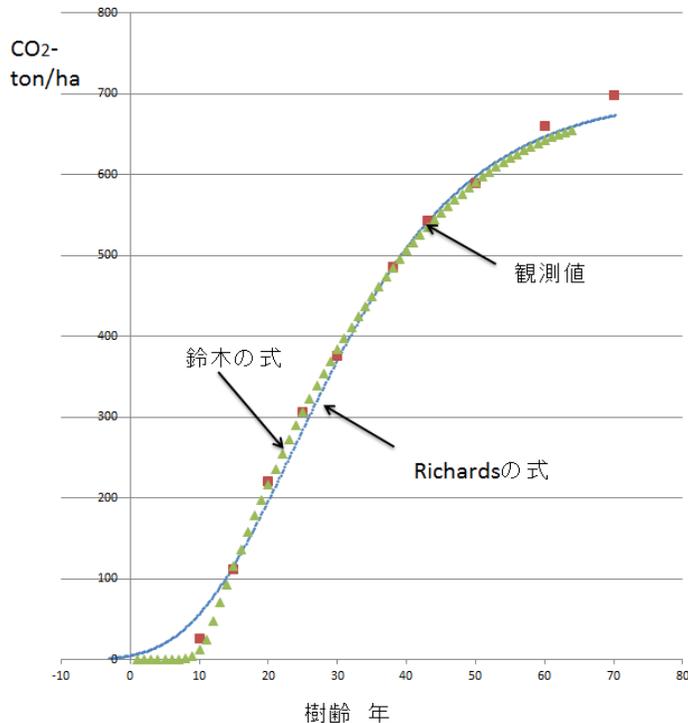
こうしたことから、我々は、樹木の成長を炭酸ガスの固定量という点に着目し、そのスピードを数量化する試みをしてきた。植物の成長を表現する手段として Richards の式と言うものがある。

Richards の式

$$Y(t) = A + \frac{K - A}{(1 + Qe^{-B(t-M)})^{1/\nu}}$$

成長の度合いを数式化したもので、これにより植物の成長には、比較的ゆっくりとした幼年期、そして、活発に成長する成長期、そして、成長が止まり落ち着いた時代に入る。同じような考えが、植物の仲間である樹木についても考えられる。そこで、我々は、樹木の成長を炭酸同化作用により大気中の炭酸ガスを吸収し、そして、呼吸により炭酸ガスを大気中に排出しながら成長を続けるものと考え、成長の度合いとして樹木に取り入れられた炭酸ガスの量を尺度とし、樹木の成長スピードについて、Richards の式が適用できることを見出した。この手法で温帯林の代表であるスギ林について求めたものを表したのが図-1 である。

ここで、鈴木の式と言うのは、われわれが樹木の成長を炭酸ガスの吸着反応が律速段階と考え、樹木の幼年期と、成長期とに分けて考えた場合に求めた式であり、Richards の式と類似したような数式になる。ただし、その数式の中で表現されている定数の数が、Richards の式よりもかなり多くなっている。



図一1 Richards の式と鈴木 の式との成長曲線の比較 天城の杉林の場合

一方、熱帯雨林についても、昨今の環境問題からその伐採についての観測がなされ、

- ① 樹木の成長の樹齢に対する変化には、類似性がある。
つまり、杉林も熱帯樹も同じようなカーブで成長する。
- ② 熱帯林の成長の早さは、温帯林よりは2倍速い。
熱帯林の成熟は、温帯林の半分の期間で進む。
- ③ 熱帯林の炭酸ガスの固定量は、杉林の1.7倍程度である。
- ④ 植林してから、10年目までの樹齢による変化も同じような形になるものとする。

と言うような報告がなされている。そこで、杉林の観測値をもとに、熱帯林の成長の過程を類推し、熱帯林の成長の度合いに Richards の式を適合した。その結果を示したものが図一2である。

図一1、図一2からもわかるように、一般的に植物の成長では、幼年期と、熟年期では成長の速度が落ちてくるといわれているが、樹木の場合も同じようなことがいえる。つまり、熟年期に入ると炭酸ガスの吸収能力が落ちてくるわけだ。したがって、そうなると樹木は伐採して、新しく植林をすることがより、森林を活性化することになる。これが、いわゆる管理植林の考え方だ。そこで、熱帯雨林を例にとり、どのような伐採をしていけばよいのか、また、逆にどのような管理植林をすべきなのかを考えてみたい。

現状では、熱帯雨林の成長は、図一2に示した様であるが、この図からすれば、25年から30年で熟年期に到達し、それ以後の炭酸ガスの吸収は、徐々に低下していることが良く分かる。しかし、実際の伐採は、7年から8年程度で実施されているので、この時の炭酸ガスの吸収がどのようになるかを示したのが図一3である。図からもわかるように、現実の伐採・植林のやり方では、大気中の炭酸ガスの濃度が上昇していることは明白だ。

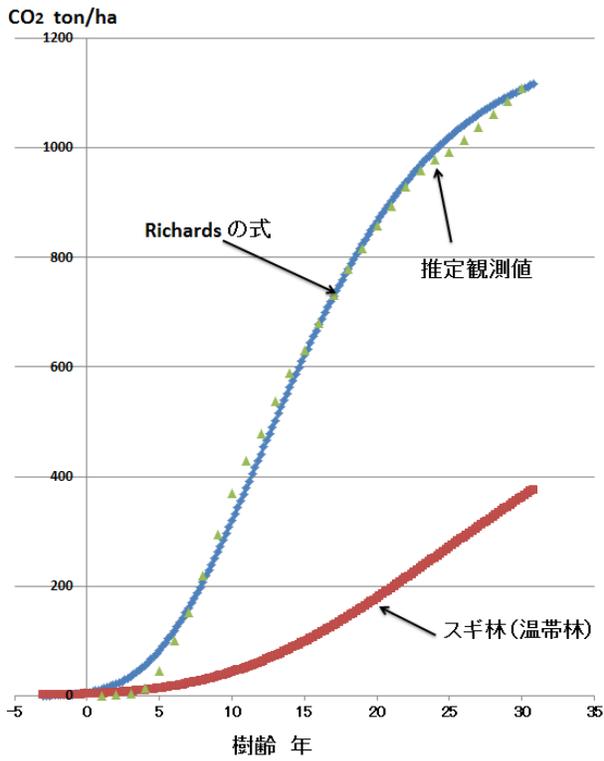


図-2 熱帯雨林の Richards の式による成長状態

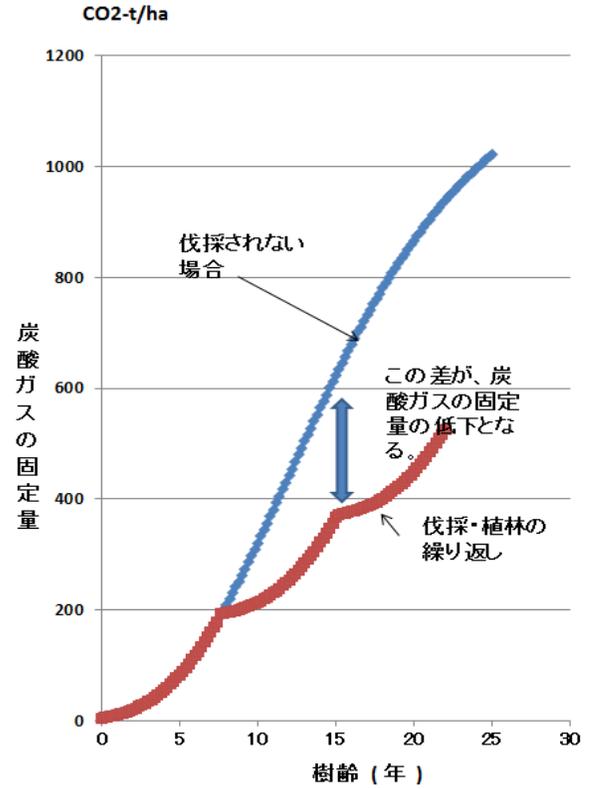


図-3 熱帯雨林の伐採による成長状態

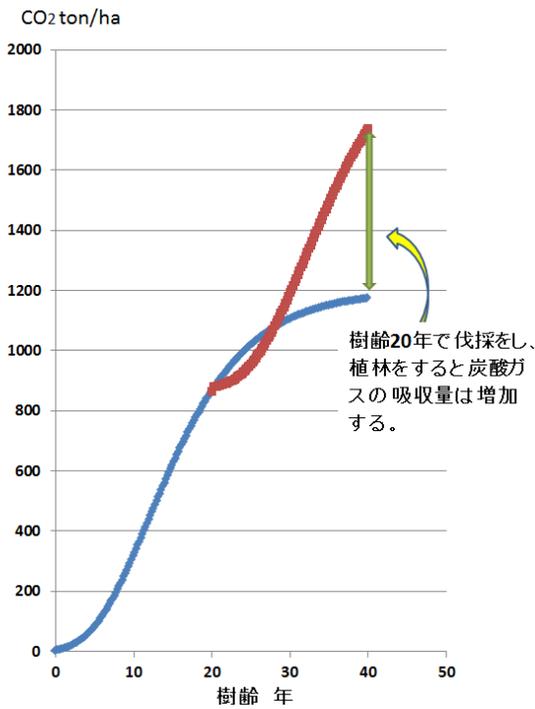


図-4 20年で伐採・植林をした場合

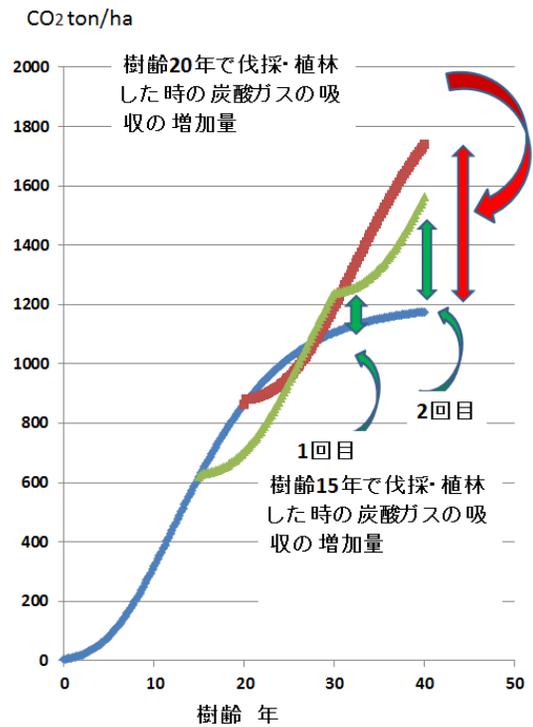


図-5 15年で伐採・植林を繰り返した場合

そこで、我々が考慮しなくてはならないのは、森林の活性化を計るためにどのような森林伐採をし、植林をしていかなければならないかということである。因みに熱帯雨林が成熟期を過ぎ熟年期に入るその直前ともいえる、20年で伐採し、植林をすれば、森林の炭酸ガスの吸収量は、図-4のごとくなり、吸収量が増大することがわかり、こうして植林が活性化されていることが理解できる。この繰り返しで、伐採による樹木の確保も出来るし、森林も活性化するというわけである。

しかし、現実には熱帯雨林の場合には、単なる材木として利用されているわけではなく、切り出された材木は、スクレーパー（りんごの皮むきのような加工をしている。）にかけられ、その後、合板となっているのである。この加工工程では、成長がしすぎたものは加工のしやすさか問題となる。そこで、現実には、7年から8年の樹齢の若い樹木が伐採されているのである。こうしたことから、図-3のような状態になっているのであるが、では、20年という長い年月ではなく、15年間隔で、伐採と植林を繰り返したらどうなるか？、これを推定すると図-5のごとくなる。これから、炭酸ガスの吸収量は、20年ごとの伐採・植林よりも少なくなるものの、確実に炭酸ガスの吸収量は増加していることが分かる。したがって、効率のよい、しかも、森林の活性化を損なわないような森林伐採・植林という行為は、少なくとも15年間隔で実施することが望ましいことになる。

結論

このように考えると、カーボンニュートラルの考え方が、ここで見たような植物の熟年期の達する直前での伐採、そして、植栽の繰り返しであるならば、これは、妥当であるということが出来る。つまり、対象としている植物、森林により、この伐採・植栽の時期が適当であるなら、これは、大気中の炭酸ガスの濃度を上げることにはならないし、対象とする森林によっては、こうすることにより森林そのものを活性化することが可能なのである。植物の持つ、大気中の炭酸ガスの吸収能力と言うものは、長い間、この地球上の炭酸ガス濃度の調整に寄与して来たのであり、この機能を保全することが、我々に託された地球の自然・環境を守る大事な使命であると考えれば、こうした植物の世界とどのように付き合っていくかも、もっと真剣に取り組んでいく必要があると思われる。

この一連の考察のもととなって入るのは、森林の成長と吸収された炭酸ガスの量という関係である。森林の成長についてはこれまでも無数のデータが存在しているが、これを炭酸ガスの吸収量として取り扱っているのはつい最近のことである。ましてや、これを数値化していくことはこれまでも殆どない。森林の性質が地球上の各地域によっても異なると、樹木の種類は無数にあり、夫々を個々に調べることは、不可能に近いことである。しかし、我々人間の生活活動に関係している森林については、これを管理し、活性化、これと共存していくことが必要である。こうしたことから、このような議論がこれからも活発になって行ってほしい。自然の環境のなかでの観察、実データの採取など難しさはあるが、カーボンニュートラルのように、これらの現象を定性的にとらえるのみでなく、定量的に考察していくには、更なる時間をかけ、より長い時間の忍耐と努力が是非必要だと思う。

2018.05.12