

森林の伐採と環境問題

森林伐採は、カーボンニュートラルか？

鈴木 誠二

In Japan, a large quantity of wood is used as material for buildings. The deforestation is carbon neutral and does not have any problem is the way of thinking of any industry where it promotes the use of wood including the Forestry Agency. However, felling stops a function to reduce carbon dioxide of forest. According to this consideration, I adopted the point of view called the growth rate of the forest and studied whether deforestation was carbon neutral as expected or not.

As a result, as for the ability to fix lasting atmospheric carbon dioxide of the forest, the quantity of the atmospheric carbon dioxide increases by the repetition of the felling and the planting every 20 years, and then it is cleared that thinking that the felling is a carbon negative is suitable. In contrast, in the case of the felling and the planting every 30 years, the quantity of the atmospheric carbon dioxide decreases, and then we can say that it is carbon positive. Therefore, choice the time of repetition of the felling and the planting becomes quite important because the speed of the growth varies according to the age of a tree at that time. The recognition that the felling is carbon neutral in any situation must be changed.

木材は、樹木が成長する時に二酸化炭素と水から光合成によって生産される有機物である。木材をエネルギー用途として燃やすと二酸化炭素が排出されるが、この二酸化炭素は、樹木の伐採後に更新が図られれば、成長の過程で樹木に再び吸収されることになる。このように、木材のエネルギー利用は、大気中の二酸化炭素濃度に影響を与えないというカーボンニュートラルな特性を有している。

林野庁 ホームページより (平成 20 年度 森林・林業白書)

はじめに

日本は戦後、復興のために急増した木材への需要に応えるために、国をあげてスギやヒノキの植林政策を行ってきた。林野庁のまとめでは、2013 年度に植林されたスギの苗木は 1581 万本にも達する。2000 万本を超えていた 10 年前に比べると減少傾向にあるものの、この数年はほぼ横ばいだ。

その一方、近年、戦後、植林した大量のスギ林から発生するスギ花粉の花粉症が社会問題となっているのも事実。こうしたことから間伐が奨励され、そのための補助金まで配布されているほどである。ここに森林保護と森林伐採と言う問題のジレンマがあるが、森林伐採については、環境保護という観点、ならびに、森林の成長に伴う炭酸ガスの吸収という重要な機能の停止という作用があり、これを無視するわけにはいかない。

筆者は先に、森林の伐採問題について、植物の成長速度という概念をとり入れ、伐採・植林という行為の繰り返しにより、これが環境問題となっている大気中の炭酸ガスの量とどのようにバランスしているのかを考える手法を提案してきた。^{1)2),3),4)} 先の報告では、日本における植林のモデルとして、天城地方でのスギ林での実測データをもとに議論してきたが、ここでは、福岡県の星野村で林野庁の管理のもとに間伐が管理されたテスト林でのデータをもとに考察した。⁵⁾

計画的間伐が実施されたスギ林の成長速度

森林の炭酸ガスの吸収能力を、樹木の成長過程という観点から実測したデータは殆ど見当たらない。これは、植物の成長に関しては、これが植物の置かれた環境がことごとく異なっており、それによる成長そのものが左右されることから、これを統一的に議論するということが重要ではなかったからと思われる。しかしながら、近年になり、植物の成長を数式化する方法が議論されるようになった。我々は、樹木の光合成による炭酸ガスの固定という機能について議論する場合には、成長の速度を共通した時間的な要素とする必要があると考え、その数式化を検討して来た。そして、樹木の場合には、幼年期、成長期、ならびに、熟年期と分ける必要があるが、全体的な樹木の成長として議論する場合には、植物の成長を表す Richard の式を適用することで問題ないと考えている。^{1) 2)}

ここでは、スギ林について、林野庁が間伐の効果を確認するために管理している福岡県星野村のスギ林の樹木の成長速度を炭酸ガスの固定という視点にたち測定したデータをもとに議論した。この報告によれば、スギ林の炭酸ガスの吸収量は、図-1a, 1b のようになっている。ただしここでの炭酸ガスの量は、炭素換算されている。また、測定は、20 年からの値になっているが、実際の測定は、図-2a, 2b に示された、樹齢 23 年の木をカットして、その樹木のそれまでの経過から予測されたものになっている。われわれは、こうした値であることを前提として、間伐されるスギ林の成長速度を類推し、炭酸ガスの吸収量をその成長速度の指標として表した。

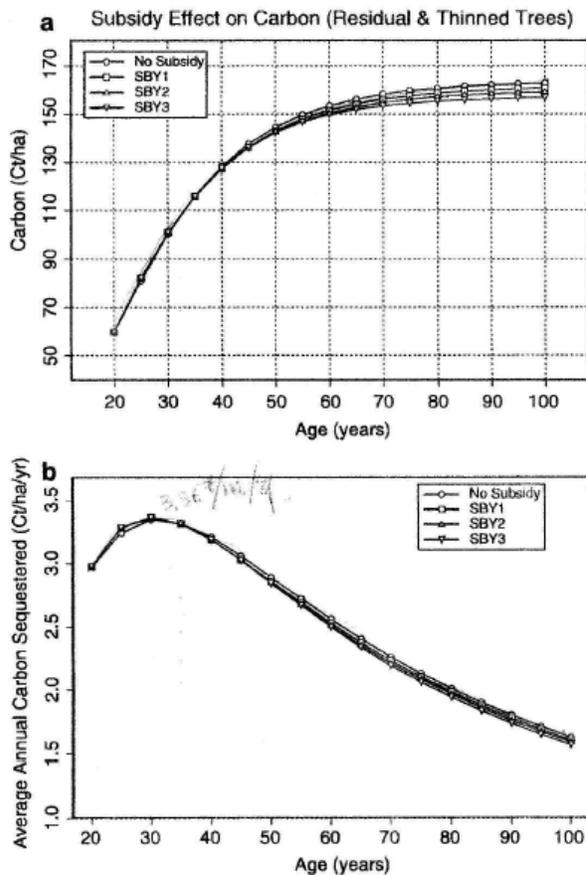


図-1 Carbon evaluation on the sum of remaining and thinned trees: **a** total carbon sequestered under different rotation ages, **b** average annual of carbon sequestered under different rotation ages

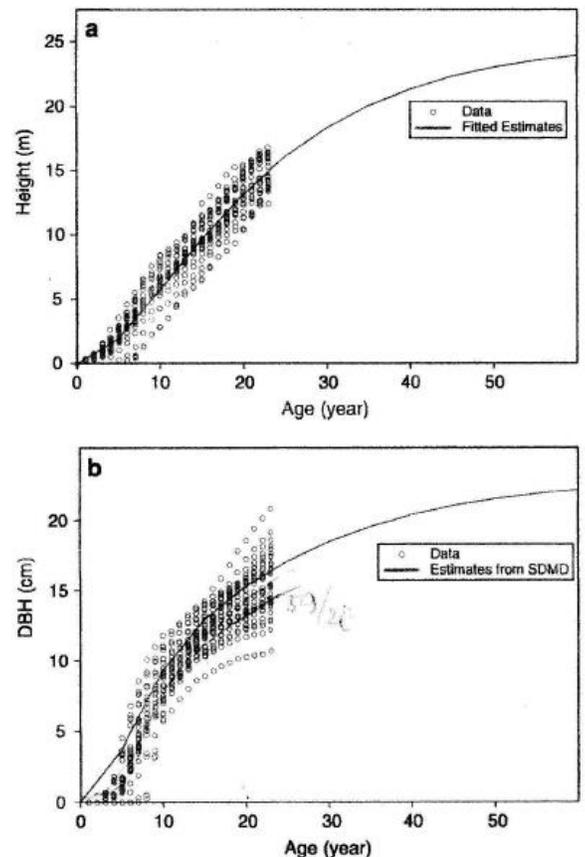


図-2 Fitted tree height growth curve and predicted diameter at breast height (DBH). **a** Results of fitting the height growth curve. **b** The predicted estimates from stand density management diagram (SDMD) and real DBH data

ただし、ここで樹木の成長速度を議論する場合に問題となるのは、実際に測定の対象とされたものは樹齢が 23 年のもので (図-2a,b) あるのに対し、炭酸の固定量として表現されているのはスギ林の樹齢が 20 年から、100 年までとなっており、これは、図-2a,b から得られた成長カーブをもとに推定した値であることだ。更に、図-2a,b から分かるように、算出に使われた数式からの類推値はスギ林の幼年期にかなりの誤差がある。そこで筆者は、この間の値を補正する式を導入した。

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

ただし、

K:	Y(t) の到達値 (Ton/ha)	580	取り入れた炭酸ガス濃度であるので正となる
B:	成長期間因子	0.1	
Q:	成長速度因子	0.65	
ν:	幼年期期間因子	0.175	
M:	幼年期期間 (年)	10	
A:	ベースライン 補正值	-50	

このようにして得られた、成長の状態を示したものが図-3 である。補正值を導入することにより、樹木の幼年期における炭酸ガスの固定量の実測とかなりの良い一致を示していることが分かる。

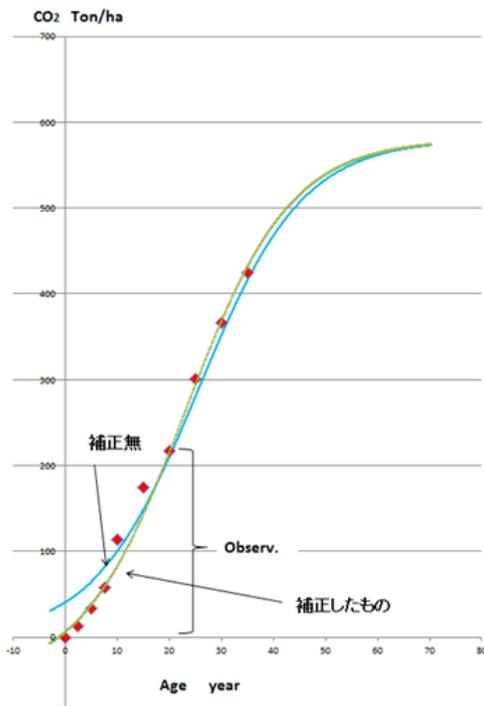


図-3 スギ林の成長速度
炭酸ガスの吸収量として計算し、筆者らにより幼年期における成長の速度を補正した。

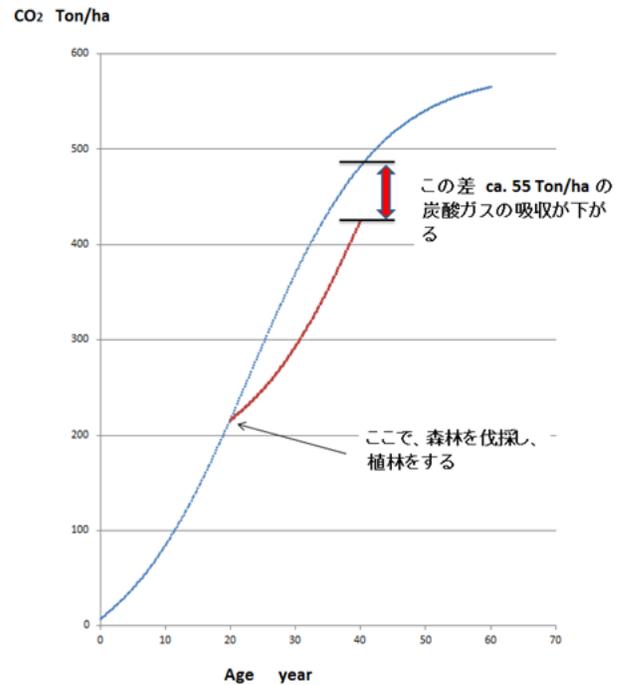


図-4 スギ林の伐採と植林における炭酸ガスの吸収量の低下
スギ林を20年後と二伐採し、植林をした場合、森林の炭酸ガス吸収量の低下、すなわち、大気中の炭酸ガス濃度の上昇の状況

この成長カーブから、スギ林における成長が樹齢 10 年くらいから急激に始まり、40~45 年程度で

熟年期間となり、ここから炭酸ガスの固定量の勢いが急激に低下していくことが分かる。では、このような状況のもとで、樹木を伐採するとどうなるか？

そこで、このスギ林の樹齢が 20 年のところで伐採し、続いて植林によりまた新しい森林を育てていくと、樹木による炭酸ガスの吸収がどうなるかを見たものが図-4 である。この図からもわかるように、森林を伐採すると、たとえここで植林をし、新しい樹木の成長により炭酸ガスが吸収されたとしても、次の伐採の時期には、このスギ林の場合には、55 Ton/ha の炭酸ガスの吸収の低下、すなわち、大気中の炭酸ガス濃度としては、この分だけ上昇することになる。これを 10 回繰り返せば、すなわち、220 年後には、炭酸ガスの量が、550 Ton/ha 増加することになる。

このように伐採をし、その後、植林をしてもスギ林の成長の速度が変わるので、たとえ、樹木が大気中の炭酸ガスの吸収により成長するとしても、一端、伐採するとその機能が停止する。しかも、その後の植林の成長の速度が低下するので、このような場合には、カーボンニュートラルにはならないのである。

伐採する時期は何時が適当か

それでは、森林の伐採をより熟年期に近い 30 年とした場合にはどうか。樹齢が 30 年のものは、熟年期に近く、ここで植林されたものは、10 年程度で成長期に入るので、そこから炭酸ガスの吸収が極めて増大される。その結果、つぎの伐採の時期で比較すると、ca. 170 Ton/ha という大量の炭酸ガスの吸収が増大されるという結果になった。(図-5) このように森林の伐採・植林では、カーボンニュートラルどころか、カーボンポジティブになる時期があることが分かる。伐採された樹木を商業的に活用するためには、出来るだけ早い時期に伐採しようとする意志が働くが、樹木の成長速度という概念を認識すれば、伐採の時期にはこのように、ある時期の前であれば、カーボンネガティブとなるし、また、適当な時期を選択すれば、カーボンポジティブになることが明白だ。このバランスをとるのは我々の知恵以外にはないのである。

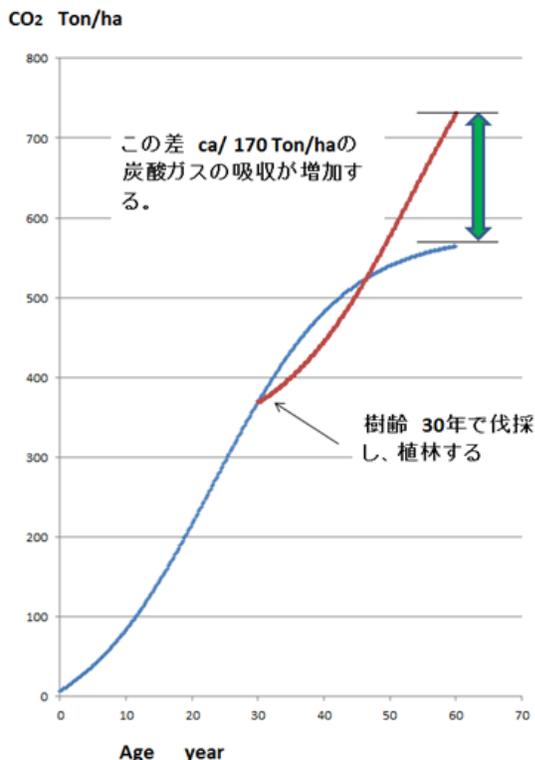


図-5 スギ林の伐採と植林における炭酸ガスの吸収量の増加
スギ林を30年後と二伐採し、植林をした場合の、森林の炭酸ガス吸収量の増加、すなわち、大気中の炭酸ガス濃度の低下の状況

最後に

以上のような考察から、森林伐採については、たとえ植林をするにしても、伐採の時期により、炭酸ガスの吸収量が増加したり、減少したりする。こうした現象が樹木の成長速度によるものであることが明白となったが、その程度を議論する場合には、新規に植林される樹木の成長が問題となり、そして樹木の成長速度の状況が非常に重要になる。とりわけ、幼年期の期間、ならびに、この時期にどのように成長するかにより、カーボンポジティブになるか、カーボンネガティブになるかの分かれ目となる。

例えば、同じスギ林にしても、我々が先に解析した天城のスギ林の成長の度合いと比較すると図-6 のようになる。ここでは、管理森林と自然森林のように区別しているが、必ずしも、これらの成長の速度の違い、成長の限

界の違いが、森林が管理されているか、天然の森林であるかの違いではなく、森林そのものの地形の差、森林斜面の向き、土壌、さらには、森林の地域の気候的な問題や森林の密度の差によるものが大きいと思われる。こうした差があるにしても、スギ林に固有と思われる幼年期の期間、成長期の後の熟年期の時期がほぼ類似していることは、Richards の式の夫々の因子が植物のもつ固有の要素と関係しているものと理解できる。表-1 に夫々のスギ林の成長速度を Richards の式で表した場合の定数を示した。

表-1 Richards の式の定数

定数	福岡のスギ林	天城のスギ林	因子の要素
K	580	-700	Y(t) の到達値
B	0.1	0.075	成長期間因子
Q	0.65	0.15	成長速度因子
ν	0.175	0.05	幼年期期間因子
M	10	10	幼年期期間 (年)
A	-50	0	ベースライン 補正值

ここで、天城のスギ林の定数 K がマイナスとなって入るのは、スギ林の成長を大気中の炭酸ガスの残存量を指標としているからである。

これからも分かるように、天城のスギ林の場合には、幼年期の成長が比較的ゆっくりであるが、成長時には成長の度合いが高く、炭酸ガスの吸収量の到達点も福岡のスギ林よりも高くなって入る。

こうしたことから、伐採・植林の繰り返しをする間隔の選択には、夫々の森林の特性を十分配慮する必要があるが、カーボンニュートラルとなる時期が、成長を示す曲線の編曲点辺りにあることは確かで、その時期より早い時期に伐採してはならないことが良く分かる。

このように樹木の成長の速度という概念を取り入れるなら、樹木の成長のどの時点で伐採するかにより、カーボンポジティブになるか、それともカーボンネガティブにあるかが左右されるのであるから、森林の伐採が一口にカーボンニュートラルであるというのは、明らかに早計であるといえる。商業的な要請から、森林の伐採が比較的早い時期に行われるが、森林の伐採時期を樹木の成長速度を加味した認識からカーボンニュートラルであると思われる時期よりも後に森林伐採・植林をすべきである。このような理解の下に、わが国の林業を活性化するために間伐や、植林をバランスよくしていく指導をすることが行政に求められる。

参考文献

- 1) 鈴木 誠二 樹木の成長速度の数式化 ホームページ 『自然とともに』より
- 2) " Richards の指揮による樹木の成長速度 ホームページ 『自然とともに』より
- 3) " 熱帯雨林の成長速度と伐採について ホームページ 『自然とともに』より
- 4) " Carbon Neutral の正しい理解 ホームページ 『自然とともに』より
- 5) Atsushi Yoshimoto, Robert Marusak Evaluation of carbon sequestration and thinning regimes within the optimization framework for forest stand management Eur. J Forest Res (2007) 126: 315-329

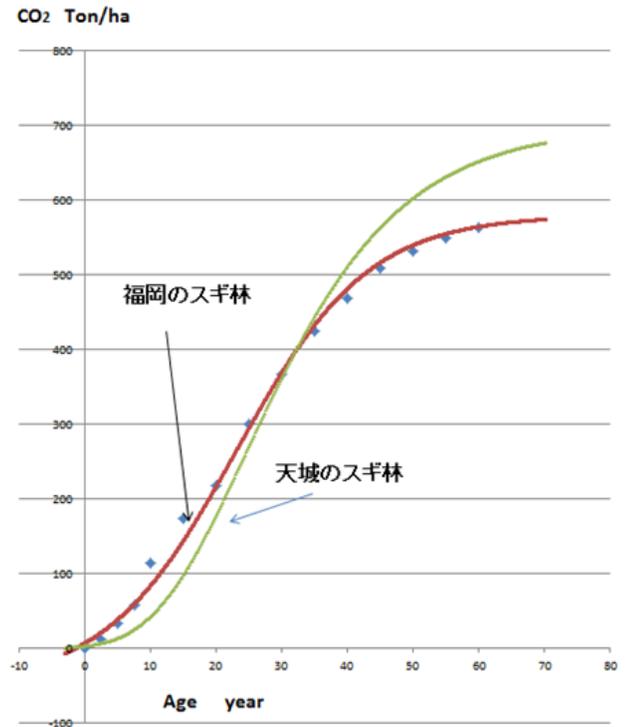


図-6 管理森林と自然森林のスギ林の成長速度の比較
 管理森林 福岡の森林
 自然森林 天城の森林