

林業用苗木生産における CO₂ 負荷の推計

田中利美 (森林総研)

要旨: 育林作業における CO₂ 負荷を推定するうえで、林業用苗木の生産過程について近年の調査事例がないために苗木の CO₂ 負荷を算定できず、育林作業全体の作業にともなう CO₂ 負荷算定のボトルネックになっていた。ここでは林業用苗木生産事業者から、苗木の育成プロセスについて作業計画や作業能率、投入資材などの聞き取り調査を行い、苗木生産にかかわる基礎資料を得た。これを基に林業用苗木生産について CO₂ 負荷を算出し、林業用苗木の抱える出荷時の CO₂ 負荷を推計した。3年生林業用苗木(スギ, ヒノキ) 1本あたりの CO₂ 負荷は 0.168kg-CO₂/本であった。

キーワード: 林業用苗木, 苗畑作業, CO₂ 負荷

I はじめに

林業の生産過程で発生する CO₂ 負荷を算定するためには作業種ごとに所要資材や生産性にかかわる資料が必要である。育林作業においては地拵, 植付から下刈, 除伐, 間伐(伐捨て間伐)にいたる各作業について従来から蓄積されてきた資料がある。しかし、林業用苗木の生産については苗畑作業に関する解説はあるものの近年の調査事例がないので、林業用苗木の生産過程で排出される CO₂ 量を積算し、苗木が負担すべき CO₂ 負荷を明らかにすることが困難であった。そのため育林作業にともなう CO₂ 負荷を、植付ける苗木の段階から積上げて育林作業全体の CO₂ 負荷を知ることができなかった。本報では林業用苗木生産における資材投入量や作業の生産性にかかわる資料をもとに林業苗木が出荷時点で背負っている CO₂ 負荷を推計した。

II 苗木生産経費の積算資料

林業用苗木生産について、茨城県林業種苗協同組合ならびに林業種苗生産事業者から、苗木の育成プロセスにおける作業計画や作業方法, 作業能率について聞き取り調査を行った。また、茨城県林業種苗協同組合が、種苗の1年生から3年生の山行苗出荷までの投入資材量や機械経費を年次ごとに取りまとめた部内資料を基本資料として事業経費の算出を行った。施設および機械経費の積算にあたっては、税法の「減価償却資産の耐用年数」を減価償却年数として定額法で算出した(4)。これより苗畑作業の使用機械・農機具には「農業用設備」の区分を適用したので耐用年数はすべて7年である。

III 苗畑作業の概要

1. 苗木生産の作業工程 林業用苗木(スギ, ヒノキ)は以下のような作業プロセスで生産される(図-1)。

1年目は、4月から耕耘, 施肥, 床作, 種子消毒, 播種を行い, 6月から11月にかけて病虫害防除のための農薬散布(10回)や除草剤散布(3回)を実施して, 追肥を施す(2回)。10月に根切, 床替を行い, 11月から12月にかけて苗木を越冬させるため寒冷紗で覆う。

2年目は、3月から1年生苗木を掘取り選苗して仮植する。耕耘, 施肥, 床作の後は, 4月下旬から苗木の掘取, 植付をする。6月から11月にかけての病虫害防除, 除草剤散布, 追肥を1年目と同様に実施する。9月から10月に根切を実施する(2回)。

3年目は、2月下旬から機械作業による苗木の掘取と人力による選苗・仮植を行い, 4月から植付を行う。6月から11月にかけて病虫害防除, 除草剤散布, 追肥を1, 2年目と同様に実施する。9月から10月に根切を行う(2回)。

4年目の2月から5月にかけて3年生苗木を掘取, 選苗して出荷する。また出荷後は休耕して緑肥栽培を行い, 11月に耕耘して緑肥を基肥とともに鋤き込む。

2. 10aあたり得苗数 播種量は10aあたり20kgである。茨城県林業種苗協同組合の部内資料によると, 10aあたり得苗数は1年目に40万本が得られ, 2年目の春に選苗して10aあたり4万本を植付けて36000本の苗木を得る。3年目はさらに選苗して植付け本数を10aあたり15000本にする。出荷時の4年目にも選苗して, 3年生山行苗の出荷本数は10aあたり13500本である。また林野庁の山林主要苗木標準規格に則って, 苗木の10aあたり規格別得苗数(比率)をみると苗長60cmの1号規格が5400本(40%), 苗長45cmの3号規格が6750本(50%), 苗長35cmの4号規格が1350本(10%)である。

3. 苗畑作業の能率 苗畑作業の作業能率について聞き取り調査を行った。そのうち機械作業について、作業別に使用機械と10aあたりの作業所要時間を表-1に示す(所要時間はmin/10a)。

4. 減価償却 原価償却の対象となる施設および機械類の取得価格と耐用年数に基いて定額法でそれぞれの年間経費を求め、生産面積に按分して10aあたりの所要経費を求めた。ここで建造物の経費は聞き取り調査を行った事業者の経営面積(2.8ha)に按分した。機械経費は緑肥栽培をしている休耕区画を除いた生産面積(2.1ha)に按分して10aあたりの経費を求めた。減価償却資産の取得価格と耐用年数および10aあたり年間償却額(円/10a・年)を表-2に示す。

5. 投入資材 苗畑資材および肥料、農薬を資材としてまとめる(表-3)。苗畑資材のうち寒冷紗と針金は使用期間を3年間とみなし、鉄製弓型支柱の耐用年数は農機具と同じく7年間とした。肥料および農薬は林業用苗木の育成期間である3年間の10aあたり累積使用量を示す。

IV 結果と検討

1. CO₂負荷の算出結果 苗畑作業にともなうCO₂排出量について、1995年の産業連関分析をもとにして国立環境研究所が作成した「環境負荷原単位データブック(3EID)」のCO₂排出量原単位データ(I)に基づいて算出した。ここでCO₂排出量を算出するために使用した原単位を表-4に示す。これより苗畑作業にともなうCO₂排出量を算出

表-1. 苗畑作業の作業能率 (min/10a)

作業種	使用機械	所要時間/10a
耕耘(緑肥鋤き込み)	トラクタ	40 min
耕耘(深起し)	トラクタ+プラウ	60 min
耕耘(施肥)	トラクタ	60 min
殺虫剤(コガネムシ)	トラクタ	60 min
床作	トラクタ	60 min
病害虫駆除・防除	動力噴霧器	24 min
除草剤散布	動力噴霧器	24 min
根切	根切機	60 min
掘取	根切機	60 min
床替	植付機	360 min
植付	植付機	720 min

表-2. 減価償却資産の取得価格と耐用年数、償却金額

減価償却資産	取得価格	耐用年数	償却金額/10a・年
倉庫・事務所	1棟 500万円	22年	8117円
軽トラック	1台 90万円	5年	8571円
トラクタ(30PS)	1台 400万円	7年	27211円
プラウ	1台 70万円	7年	4762円
管理作業機	1台 20万円	7年	1361円
根切機	1台 50万円	7年	3401円
動力噴霧器	1台 40万円	7年	2721円
小型農機具	1式 1万円	7年	68円

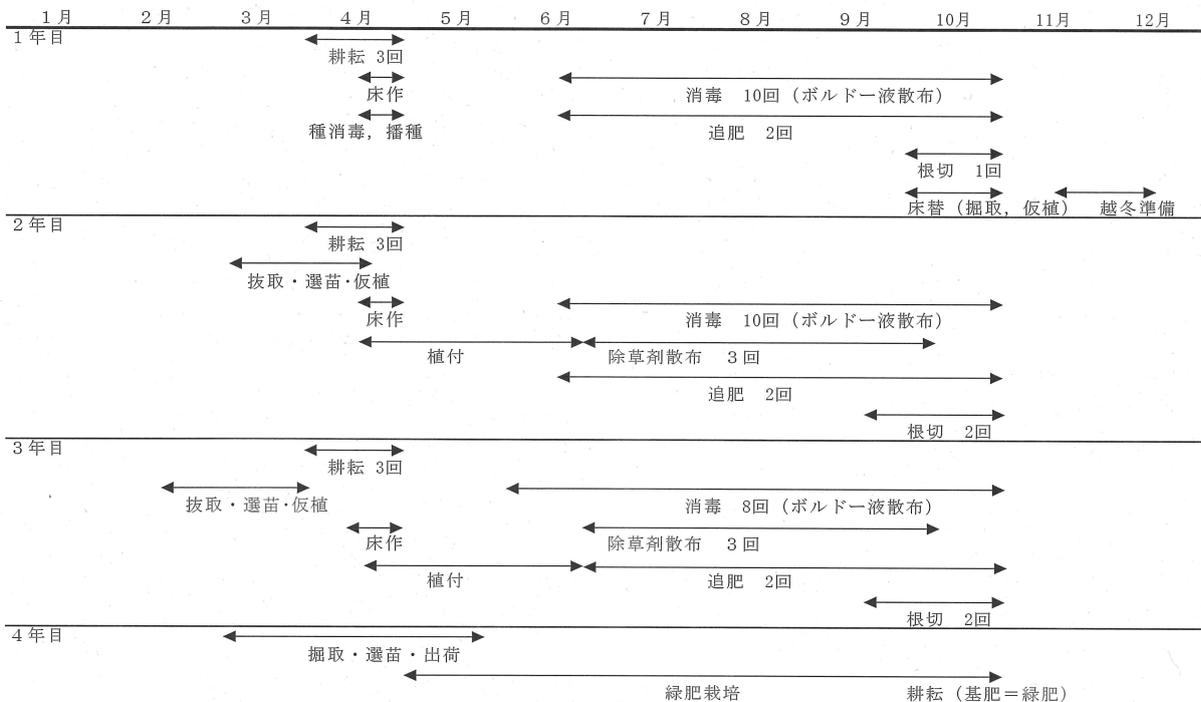


図-1. 苗木生産の作業工程(スギ)

すると、苗木の育成期間である3年間に10aあたりのCO₂排出量は2266.206 kg-CO₂である(表-5)。また、10aあたり苗木出荷本数を13500本とすると、苗木1本あたりのCO₂負荷の推計値は0.168 kg-CO₂である。

苗畑作業にともなう10aあたりのCO₂排出量を発生源別にみると、建造物に由来するものが11.339 kg-CO₂で0.5%である。機械類、燃料など作業に由来するものは212.591kg-CO₂で9.4%となった。寒冷紗や支柱などの苗畑資材や肥料、農薬、梱包材という資材に由来するものが2042.276kg-CO₂で90.2%となり圧倒的なCO₂排出源となっている。ここで資材についてCO₂負荷の内訳を比較すると、苗畑資材は1098.456kg-CO₂で資材の53.6%を占める。肥料は511.399 kg-CO₂で資材の25.0%、農薬は406.833 kg-CO₂で資材の19.9%であった。梱包材の負荷は小さく28.588 kg-CO₂で資材の1.4%であった。

CO₂排出量の9割を占める資材を起源とするCO₂排出量の削減可能性について検討する。梱包材による負荷は出荷量の多寡に応じて増減するが、負荷そのものが小さい。10aあたりの肥料と農薬の使用量は、苗木生産の作業体系が確立した状況下では大きく増減する可能性は少ない。新薬の開発により農薬を変更する可能性はあるが、確立した作業体系の中での変更であるからCO₂排出量に大きな変化は生じないと考えられる。苗畑資材についても、

同様に作業体系が確立した状況下では用途や使用量は変わらないので、寒冷紗の堅牢性が増すことによる耐用年数の延長以外にはCO₂排出量を減らせる可能性は少ない。また、機械や燃料など苗畑作業にかかわるCO₂排出量は1割に満たないので、苗木の育成期間である3年間に実施される各種作業の方法や回数を変更するとしても、苗畑作業にともなうCO₂排出量に大きな変化はないと考えられる。以上のことから、資材に起因するCO₂排出量を苗木生産の作業体系を改変することによって減少させられる可能性は小さい。

表-4. CO₂排出量原単位 (kg-CO₂ / 1000円)

品名	部門名	原単位
倉庫・事務所	倉庫	1.397
軽トラック	自動車(トラック)	2.487
軽トラック車検費	自動車修理	1.619
トラクタ・ロータリー付	農業機械	3.319
プラウ	〃	〃
管理作業機	〃	〃
根切機	〃	〃
動力噴霧器	〃	〃
農機具	〃	〃
軽油	石油製品	3.727
ガソリン	〃	〃
エンジン油	〃	〃
ギア油	〃	〃
作動油	〃	〃
消毒ネット袋	網・網	4.214
寒冷紗	〃	〃
鉄製弓型支柱	めっき鋼材	8.736
針金	〃	〃
作業服など	織物製衣服	1.896
鶏ふん	有機質肥料	2.431
化成肥料	化学肥料	7.527
石灰	〃	〃
ヨウリン	〃	〃
稲わら	畳・わら加工品	1.175
ダイヤモンド	農薬	4.270
シマジン	〃	〃
ダイアジノン	〃	〃
ボルドー液	〃	〃
ホーマイ	〃	〃
こも	畳・わら加工品	1.175
荒縄	〃	〃

表-3. 苗畑資材および肥料、農薬の使用量
(10aあたり3年間)

区分	品目名	規格	使用量
苗畑資材	作業服		3式
	寒冷紗	100 m/本	7.5本
	鉄製弓型支柱	2.5 m	750本
	針金	10 kg	1巻
肥料	鶏ふん	15 kg	60袋
	化成肥料(基肥)	20 kg	9袋
	化成肥料(追肥)	20 kg	9袋
	苦土石灰	20 kg	12袋
	ヨウリン	20 kg	15袋
	わら		1000束
農薬	ダイヤモンド	500 g	9袋
	シマジン	100 g	18袋
	ダイアジノン	2 l/本	6本
	ボルドー液	100 l/回	28回
	ホーマイ	100 g	1.8袋
梱包材	こも		106枚
	荒縄		7玉

2. 得苗数と苗木のCO₂負荷

林業用苗木の生産事業者が制御可能で、林業用苗木のCO₂負荷に影響を及ぼす要因としては、10aあたりの苗木出荷本数がある。茨城県林業種苗協同組合の取りまとめによれば、3年生山行苗の10aあたり出荷本数は13500本である。一方、関東林木育種場の例によると、針葉樹の苗木を毎年10万本出荷する場合に必要な栽培面積は、休耕地を除いてスギの場合に54.1a、ヒノキの場合に58.4aである(2)。これから試算すると10aあたり出荷本数は、茨城県林業種苗協同組合の取りまとめ例よりもスギが18484本で37%、ヒノキは17123本で27%多い。

苗木1本あたりCO₂負荷に対する得苗数の影響を調べる。得苗数が増減すれば機械植付作業などの作業時間が変わりCO₂排出量も変化するが、苗畑作業に由来するCO₂排出量の割合は1割に満たず小さいので、ここでは得苗数13500本の場合のCO₂排出量と大差がないものと看做して計算した。得苗数13500本を基準に得苗数が10%、20%、30%、40%増加すると、苗木1本あたりCO₂負荷はそれぞれ90.9%、83.3%、76.9%、71.4%に減少する。関東林木育種場の例にあるように、苗畑作業や管理体系の工夫により得苗数を増やすことによって苗木のCO₂負荷を減少させる余地がある。しかし、その場合は人力作業が多い苗畑作業の作業量や労働負担は増加する。

3. 育林作業に占める苗木のCO₂負荷 地拵、植付から下刈、徐伐、伐捨て間伐までの育林作業によるCO₂排出量は施業体系による差が大きく、haあたりCO₂排出量(kg-CO₂/ha)をみると、スギの場合は集約施業(5000本/ha)では1697kg~1786kg、普通施業(3000本/ha)で883kg~958kg、粗放施業(3000本/ha)のとき729kg~752kgであり、ヒノキの場合は集約施業(5000本/ha)では1826kg~1870kg、普通施業(3000本/ha)で1046kg~1090kg、粗放施業(3000本/ha)のとき863kg~906kgである(3)。苗木が背負っているCO₂負荷が、苗木を含む育林作業全体のCO₂負荷量に占める比率は、集約施業では31%~33%、普通施業で34%~39%、粗放施業のときは40%~44%を占めた(表-6)。苗木のCO₂負荷が苗木を含む育林作業全体のCO₂負荷量に占める平均負荷比率は、スギの場合は36%、ヒノキの場合は38%であり、林業用苗木は育林作業全体のCO₂排出量のおよそ3分の1を占めることが分かった。

V おわりに

林業生産前期の育林作業において明確ではなかった林業用苗木のCO₂負荷を算定した。今後は、収穫作業すなわち利用間伐や主伐におけるCO₂排出量を求めて林業生産にともなうCO₂負荷総量を明らかにし、木材の単位材

表-5. 苗畑作業にともなうCO₂排出量(kg-CO₂/10a)

区分	CO ₂ 発生源	CO ₂ 排出量
建造物	倉庫・事務所	11.339
作業	機械・機具	162.072
	燃料など消耗品	50.158
	作業服	0.361
	小計	212.591
資材	苗畑資材	1095.456
	肥料	511.399
	農薬	406.833
	梱包材	28.588
	小計	2042.276
合計		2266.206

表-6. 育林作業のCO₂負荷に占める苗木のCO₂負荷比率

施業体系	スギ		ヒノキ	
	植付本数	負荷比率(%)	植付本数	負荷比率(%)
集約施業	5000/ha	32.0~33.1	5000/ha	31.0~31.5
普通施業	3000	34.5~36.3	4000	38.1~39.1
粗放施業	3000	40.1~40.9	4000	42.6~43.8

積あたりCO₂負荷を算定する。その結果である素材としての木材が持つ環境負荷を、鉄やコンクリートなど他の素材の環境負荷と比較するための基礎資料として提示する考えである。

謝辞

林業用苗木の作業体系や投入資材など苗木生産全般について、茨城県林業種苗協同組合の常務理事大森三男氏ならびに同事務局長磯前猛氏から懇切な教を頂いた。ここに両氏に深甚の謝意を表する。

引用文献

- (1) 南斎規介・森口祐一・東野達(2002)産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)—LCAのインベントリデータとして—。65pp., 独立行政法人国立環境研究所地球環境センター, つくば。
- (2) 栄花茂(1990)苗畑と育苗(林業技術ハンドブック。林野庁監修, 1022pp., 東京)。398~444。
- (3) 田中利美・遠藤利明(2006)育林作業によるCO₂排出量の試算。第117回日本森林学会大会学術講演集。
- (4) 財団法人納税協会連合会編集部(2009)減価償却資産の耐用年数表—平成21年度版—, 347pp., 財団法人納税協会連合会(清文社発売), 大阪。