

## 低コスト再造林プロジェクト シンポジウム ご質問・ご回答

### 目次

#### ◆ コウヨウザンについて

質問 No.1 植栽する地域および面積について、また植栽密度 1500 本/ha について ……………	2
質問 No.2 材価、苗木価格、製材・乾燥、梁材としての耐久性、火災に対する特性、地力低下の恐れについて…	3
質問 No.3 成長率の変化、外観について ……………	4
質問 No.4 大苗の基準、積雪地域での保育について ……………	4
質問 No.5 積雪地での試験予定について……………	4
質問 No.6 コウヨウザンの適切な植栽時期や緯度について聞きたい……………	4
質問 No.7 生態系等の視点で見た植生への影響について……………	5
質問 No.8 枝の枯れ落ちやすさについて ……………	5
質問 No.9 萌芽更新後の木材の生育について……………	5
質問 No.10 花粉症を引き起こす可能性について……………	5
質問 No.11 補助金を活用しない林業の確立における造林の収支、また病虫獣害の課題について……………	6
質問 No.12 今後のコウヨウザン利用について……………	7
質問 No.13 1 m <sup>3</sup> の想定価格について……………	7
質問 No.14 苗木の確保について……………	7
質問 No.15 疎植にすることへの弊害について……………	8

#### ◆ 土壌について

質問 No.16 必要とされる土壌・地質について……………	9
質問 No.17 リンの施肥について ……………	9

#### ◆ 路網・作業システムについて

質問 No.18 作業道の作設と作業効率、また再造林時の路網の活用について……………	9
質問 No.19 伐出・搬出の難しさ、伐出コストの低減策について……………	9
質問 No.20 一体作業と一貫作業は何か違うのか……………	10

### 回答者(低コスト再造林プロジェクト 専門家チーム)

大貫 肇 氏 … 物林 株式会社

近藤 禎二 氏 … (国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター

田中 賢治 氏 … 国土防災技術 株式会社

仲尾 浩 氏 … 有限会社 愛美林

◆ コウヨウザンについて

質問 No.1

- (1) コウヨウザンの植栽地を、どの地域にどれだけの面積で想定されていますでしょうか。最終的な需要との関係で考える必要があると思いますので、ご知見をお聞かせ戴きたく存じます。
- (2) 植栽密度 1,500 本については、どのような試験研究から見出されていますでしょうか。地域によって変えることもあるでしょうか。

回答【大貫氏】

- (1) 住宅の梁桁などの横架材は、米松やレッドウッドの製材品、集成材などの外材に 95%が占められています。なぜ、外材にシェアがとられているか、その理由の一つは強度の問題です。米松などのシェアを国産材に奪還するため、代替できる強度を持った樹種の造林を考えたもので、東日本はカラマツ、西日本ではコウヨウザンを考えています(ヒノキについては成長が遅いことから、今回はコウヨウザンを選択した)。それは、近藤先生の発表にありましたように気候帯から見た造林適地は関東以西とされていることから、カラマツの造林適地のない西日本を中心に考えることが妥当であると考えたからです。

造林目標面積は、西日本の梁桁需要を満たす供給量を見込めるだけの面積がひとつの目安と考えられますが、現時点ではそのような試算は行っておらず、具体的な数値を示すことはできません。しかし、梁桁だけではなく、管柱などの建築材、パレットや集成材、LVL など広汎な利用も考えられます。さらには含水率が低く成長が早いという特性からバイオマス燃料としての利用も考えられます。すでに鹿児島県の企業では、バイオマス林造成という観点でコウヨウザンの造林に取り組み始めています。このように汎用性が広く、スギやヒノキとは異なった特徴がある樹種ですので、地位地利、生産目標を踏まえ、我が国の林業経営における造林樹種の選択肢の一つとして考えて良いのではないかと考えています。

今まで産業造林が行われていない樹種ですので、現在あるコウヨウザンの成木を伐採し、製材工場や合板工場に製品を試作してもらい、性能評価を行ってもらっています。その評価データによって、製材工場や合板工場が自ら将来の資材確保のために造林をしていくことが、産業造林を進めるには有効な手段であると考えています。(国有林においては、コウヨウザンに限らず、既に企業用資材分収造林として林産企業が造林者となった分収造林が進められています。前述の鹿児島の実例は、この分収造林制度を活用しています。)

- (2) シンポジウムの中でも紹介しましたが、植栽密度試験地の試験結果では疎植であれば成長が早いということが確認されています。この試験地の結果や温帯諸外国の施業を勘案して 1500 本/ha としたところです。

コウヨウザンは 2000 から 3000 本であっても成長量はスギよりも大きいとの試験結果もみられますが、苗木コストや植栽コストの低減、ならびに今までの常識にはなかった植栽本数のトライアルという意味で 1500 本としたものです。今後、生産目標を踏まえた最適植栽密度、加えて伐期齢については検討課題であると考えています。このことはスギやヒノキ、カラマツなどの従来からの造林樹種についても同様の課題であると考えています。

## 質問 No.2

コウヨウザンには分からないことがたくさんありますので、可能な範囲でご教授ください。

- (1) コウヨウザンの材価はどの程度と見込めますか。
- (2) コウヨウザンの苗木価格はいくらでしょうか。
- (3) 製材・乾燥施設は従来のスギ・ヒノキのものが使えますか。
- (4) 心材含水率が低いから乾燥が容易というのは推測だと思いが立証されていますか。
- (5) 梁材としての耐久性は。過去に建築物で使用された事例などはありますか。
- (6) 火災に対する特性(燃えやすさ)は分かっていますか。
- (7) コウヨウザンの伐採・再造林を繰り返すと地力が低下する心配は無いでしょうか。

## 回答【大貫氏・近藤氏】

- (1) 産業造林されておらず、マーケットが成立していない我が国の現状では、コウヨウザンの持つスペックから、どのような用途に使用できるかを想定して材価を推定せざるを得ません。ヤング率に着目して米松やカラマツの代替を考えるならば、それらの樹種の価格がひとつの目安になると考えています。中国ではマツやスギに比べて高値で取引されていると聞いています。
- (2) 苗木価格については、数年前までは広島県でしか生産されていませんでしたが、現在では小規模ながら福島県以西の各地で生産されており、価格はまちまちですが、コンテナ苗では 200 円前後と聞いています。
- (3) 製材・乾燥施設について、特別な設備が必要という理由はありません。既存のものが使用可能です。乾燥スケジュールについては、スギやヒノキの人工乾燥に取り組み始めた時と同様に、含水率などの樹種特性を踏まえたチューニングが必要です。
- (4) 乾燥の容易さについては、実証データやサンプル数が少ないですが、乾燥は含水率の高い樹種に比べれば容易という結果です。庄原の約 50 年生のコウヨウザンで平角材を作製した折の乾燥ではベイマツよりも乾燥時間が短くて済みました。コウヨウザンの含水率は、品種系統によって差があることがわかっていますので、コウヨウザンのすべてがこのような結果にはならないと考えています。
- (5) 梁材の耐久試験については承知していませんが、中国では大きな木造建築物、客家の集合住宅(福建土楼)に使われており大きな問題はないと考えています。なお、広島県林業技術センターが実施した強度試験の結果については3月末に林木育種センターから発行するコウヨウザンのマニュアルに詳しく記載しますので参考にしてください。
- (6) 燃えやすさの試験結果については承知していません。住宅用の部材で使われる場合には、樹種に限らず人工乾燥や天然乾燥により含水率を一定のレベルにしますから、スギやヒノキと大きな違いはないと考えられます。
- (7) 伐採・再造林の繰り返しによる地力の低下については、中国では千年以上前から繰り返されていること、今回、土壌の化学分析によって不足した成分が明らかにできるので、必要があれば適正な量の肥料を補充して吸収できる工夫をすることによって大きな心配はないと考えます。以前、ユーカリの造林において同様のことを懸念されたことがありましたが、何代もユーカリの造林を繰り返しているブラジルでは化学分析を活用した土壌管理により地力が維持されています。なお、コウヨウザン林分では表土保全効果がスギやヒノキより高いとの報告があります。

### 質問 No.3

コウヨウザンの成長で、成長率が急に変わる時点があるとおっしゃっていましたが、外観で見てわかるような特徴は出ますでしょうか。

#### 回答【近藤氏】

スギやヒノキと同様で、林冠が閉鎖すると成長率が落ちます。それでも 20 m<sup>3</sup>/年の平均成長量の林分が多数ありました。

### 質問 No.4

大苗の基準、大苗は積雪地域でも保育の軽減が図れますか（雪おこしは必要なのですか）。

#### 回答【大貫氏・近藤氏】

コウヨウザンの苗木規格は決められておらず今後の課題ですが、下刈り省略に寄与できる規格（苗長、地際径、根鉢の容量など）にすべきと考えています。積雪地域でのコウヨウザンの大苗の取扱いは基本的にはスギの大苗と同様で、雪起こしも必要になってくると考えます。なお、コウヨウザンの美林で有名な広島県庄原市でも 2m 程度の積雪がありますが、雪起こしについてやったとはあまり聞いていません。

### 質問 No.5

コウヨウザンの積雪地での試験はされる予定ですか。

#### 回答【近藤氏】

積雪地での現状については、コウヨウザンの美林で有名な広島県庄原市では雪が 2m くらいになることがあります。また、島根県の山間部に小さな林分もあるとのこと。林木育種センターでは新潟県で試験植栽を国有林と行っています。さらに、中部地方の積雪地帯での試験も計画中です。

### 質問 No.6

コウヨウザンの適切な植栽時期や緯度について教えてください。

#### 回答【近藤氏】

コウヨウザンは全国で林分を調べたが、基本的にはやや暖かいところ（照葉樹林帯）が適切であると考えられます。基本的には、関東以西と考えています。現存するコウヨウザンの美林が所在する広島県の庄原市は 2m 位の降雪があるところなので、積雪地帯であっても可能性はあると考えています。

植栽時期は、コウヨウザンとスギなど他の針葉樹とは違いはないです。コンテナ苗であれば、裸苗に比べ植栽可能な時期は格段に長く、所によっては一年中、植栽可能です。しかし、コンテナ大苗の場合は、夏の乾燥した時期は慎重に考える必要はあると思います。

### 質問 No.7

コウヨウザンは江戸時代に入ってきたということですが、それなりの面積に植栽すると他の生物（植生等）への影響はどのようなのでしょうか。将来問題になったりしないでしょうか。

#### 回答【大貫氏・近藤氏】

環境省が指定する特定外来生物や我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リストには入っていません。各地のコウヨウザン林分を調査したおりに、周りにおやみに繁殖していないかどうか、当初は慎重に調査しましたが、種子繁殖で広がったケースはほとんどなく、萌芽ではその株のところだけでしか発生しなかったので大きな問題ではないと考えました。

### 質問 No.8

コウヨウザンの枝は杉のように枝が枯れやすく落ちやすいのか、あるいはヒノキのように枝は残りますか。

#### 回答【近藤氏・大貫氏】

30年程度の伐期であれば枝は残りますが、生枝のまま死節となることは少ないと思われます。なお、系統によって差があるようですが、今後の研究課題です。

### 質問 No.9

コウヨウザンは、萌芽更新可能とお聞きしましたが、萌芽更新後の木材の状況はどの様になる（生育する）のでしょうか（材の状況）。

#### 回答【近藤氏】

高知県の萌芽林で調査したところ、幹の真円率（短径/長径）は地際では 80%前後でしたが、地上 2m を超えると90%程度となり、だいぶ良くなっていました。関東森林研究 70(1)に論文がありますので参考にしてください。なお、林木育種センターでは高知県と茨城県において引き続き調査を行っています。

### 質問 No.10

スギ・ヒノキについては、花粉症が社会的な問題になっております。コウヨウザンは、花粉症を引き起こす可能性はあるのでしょうか。

#### 回答【近藤氏】

コウヨウザン花粉がスギ花粉と同じような花粉症の原因物質になるかどうかについて調べました。これを交差抗原性といいます。一般的なスギ花粉症の患者さん 10 名の血清とコウヨウザン花粉の試験では反応がみられず交差抗原性なしという結果でした。さらに、より重症の患者さん 12 名の血清で試験したところ 3 名でスギに比べると 50 分の 1 程度の弱い反応がみられました。よって、交差抗原性はあるが大変弱いという結論でした。

## 質問 No.11

- (1) 補助金を活用しない林業の確立は非常に興味深いですが、コウヨウザンの造林の収支がどうなるのか教えてください。
- (2) コウヨウザンの病虫害獣害に対する課題はありますか。

### 回答【大貫氏・近藤氏】

- (1) 林業を生業と考えるならば、補助金を前提せず自立的に循環が可能な産業として構築していくべきです。ここでは、あくまで大まかに試算をしてみます。

コウヨウザンの材価は、現在、我が国で取引されておらず、マーケットが確立していません。ヤング率に着目して米松やカラマツに代替する利用を考えるならば、米松やカラマツの材価が目安となると考えています。地位中以上の林地で  $20 \text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{年}$  とすれば 30 年生で  $600 \text{ m}^3/\text{ha}$  となり、平角が製材可能なサイズまでの成長が期待できると想定しています。造材歩留まりを 70% と仮定すれば  $420 \text{ m}^3/\text{ha}$  になります。スギの山元立木価格は平均  $3,000 \text{ 円}/\text{m}^3$  程度ですから、この試算ではこれを採用すれば収入は  $126 \text{ 万円}/\text{ha}$  ということになります。(現在の丸太の価格からすれば、カラマツの立木価格はスギよりも高くなります。コウヨウザンをカラマツの代替と考えるならば、同様にコウヨウザンの立木価格もスギよりも高くなると思います。)

支出は、植栽本数は  $1,500 \text{ 本}/\text{ha}$  として苗木  $250 \text{ 円}/\text{本}$  (コンテナ大苗) とすれば  $37.5 \text{ 万円}/\text{ha}$ 、植栽経費は功程を裸苗の 2 倍として  $11 \text{ 万円}/\text{ha}$ 、下刈りは 2 回で  $22 \text{ 万円}/\text{ha}$ 、除伐は 1 回で  $15 \text{ 万円}/\text{ha}$  として、合計で  $85 \text{ 万 } 5 \text{ 千円}/\text{ha}$  と試算できます。コンテナ大苗は生産量が増大すれば価格は低下すると思います。植栽功程はコンテナ苗であれば裸苗の 2~3 倍という報告もありますがここでは 2 倍としたが、習熟していけば 3 倍になることも考えられます。下刈り、除伐は現在の経費とほぼ同等で試算しましたが、下刈りを実施するとしても現在のように潔癖にやらず、森林総研の研究報告を踏まえ中段刈りなど必要最低限の方法とすれば、さらに経費は節減できると考えています。つまり、収入はもっと多くなる可能性がありますし、支出はさらに節減できる可能性があると考えています。

この試算はスギであっても同様の試算ができます。今までと同じことを繰り返しても生業としての林業は構築できません。自立的に循環する林業(儲かる林業)を目標に、資源状況を踏まえながらいつまでにどのように取り組まなければならないかを考えることです。30 年後を目指してバックキャストリングで思考することです。現状を踏まえ一歩ずつ改善するという従来からのフォアキャストリングでは間に合わない、時間がないと考えています。

- (2) 獣害については、シカ、ウサギの食害を受けるので防護ネット等の対策が必要です。コウヨウザンの造林に限らず、全国で林業経営の深刻な足かせになっているのが獣害です。防除対策を広域的に実施する必要があること、高額な経費を必要とすることを考えれば、林業経営の範疇で考えることはできないと考えています。松くい虫被害防除と同様の取り組みが必要と考えています。コウヨウザンの病虫害については、国内林分では観察されませんでした。育苗においても大きな病害はないようです。

## 質問 No.12

コウヨウザンの使用率はこの先伸びるでしょうか。

### 回答【大貫氏】

住宅の梁桁などの横架材は、米松やレッドウッドの製材品、集成材などの外材に 95%が占められています。なぜ、外材にシェアがとられているか、その理由の一つは強度の問題です。米松などのシェアを国産材に奪還するため、代替できる強度を持った樹種の造林を考えたもので、東日本はカラマツ、西日本ではコウヨウザンを考えています（ヒノキについては成長が遅いことから、今回はコウヨウザンを選択した）。気候帯から見た造林適地は関東以西とされていることから、カラマツの造林適地のない西日本を中心に考えることが妥当であると考えたからです。また、コウヨウザンは梁桁だけではなく、管柱などの建築材、パレットや集成材、LVL など広汎な利用も考えられます。さらには含水率が低く成長が早いという特性からバイオマス燃料としての利用も考えられます。このようにスギやヒノキなど従来の造林樹種にはなかったスペックを活かして林業経営を考えてしかるべきだと思います。主伐再造林に当たっての造林樹種の選択肢として考えてよいと思います。ニュージーランドの林業は、米国の樹種であったラジアータパインを導入して利回り6%以上の林業を実現しました。また、我が国の農業をみれば、トマト、レタス、キャベツ、ジャガイモなど数多くの作物を導入して生業を営んでいます。

今まで産業造林されていない樹種ですので、利用が想定される企業が将来の自社の資材として造林していくことがリーディングプロジェクトになると考えています。企業が利用できると判断して自社の資材として造林を始めるならば、一般の森林所有者の造林を後押しすることになると考えています。産業政策として造林戦略を考えるということです。経済合理性が認められるのであれば需要は拡大するものと考えていますが、最初は弾みをつけるための仕掛けが必要であると考えています。

## 質問 No.13

コウヨウザンの 1 m<sup>3</sup>の想定価格はどのくらいをお考えでしょうか。

### 回答【大貫氏】

産業造林されておらず、マーケットが成立していない我が国の現状では、コウヨウザンの持つスペックから、どのような用途に使用できるかを想定して材価を推定せざるを得ません。ヤング率に着目して米松やカラマツの代替を考えるならば、それらの樹種の価格がひとつの目安になると考えています。中国ではマツやスギに比べて高値で取引されていると聞いています。

## 質問 No.14

苗木の確保は可能ですか。

### 回答【大貫氏】

コウヨウザンの産業造林は本格的に始まってはならず、苗木の供給体制もこれからといったところです。このような中であるが、広島県森林整備・農業振興財団では、既に農林水産業みらい基金を活用してコウヨウザンの苗木生産技術の開発と生産体制の整備が行われています。財団ではコウヨウザンの原産地である台湾と交流しており種子の交換なども行われています。今回のプロジェクトに使用した苗は、大苗の手配も可能であったので、すべて財団で生産された苗を使用しています。まずは財団にご相談されるのが良いかと思います。

## 質問 No.15

疎植にすることへの弊害はないですか。

### 回答【大貫氏・近藤氏】

一般的に疎植の弊害として、下草の量が多く下刈りや除伐に手間がかかるとか、枝下高が低くなる、樹形がウラゴケになるといったことが言われていたかと思います。

下刈りについては、従来の潔癖に 5 年間下刈りする方法では疎植も 3000 本植でも実際はあまり変わらないと考えています。さらに本プロジェクトでは、森林総研の研究報告を踏まえ、植栽木の成長の妨げとなる下草を、成長の妨げにならないように刈り払えばよいと考えています。もともと下刈りの目的は林地の下草を潔癖に刈り払うことではありませんから、本来の目的に沿って必要な作業を行うだけのことです。ですから、疎植だから下刈りや除伐がかかり増しになるということはないと考えられます。

次に枝下高ですが、本プロジェクトでは製材用の並材丸太生産を想定して 30 年程度の伐期を考えています。30 年生程度であれば生枝で生節であると考えられますので問題にはならないと考えられます。

ウラゴケということですが、梢端部の方で径級が細くなるということが、完満な樹形に比べ如何ほど材積が違うのでしょうか。また、梢端部の近くなればなるほど丸太にした時の単価は安くなりますが、減る材積、減る金額は如何ほどでしょうか。完満な樹形にするための経費と時間は如何ほどでしょうか。このようなことを踏まえて施業を考えるべきではないでしょうか。コストパフォーマンスを考えれば、並材丸太生産ではウラゴケで全く問題ないと考えています。

以上から、今まで言われていたような疎植による弊害はないと考えています。かつての林業地を見れば、植栽本数は 750 本から 20,000 本までありました。本田静六先生の著書に疎植と密植の考え方が整理されています。その一つを紹介すれば、間伐材の販売ができないところでは疎植で早く成長させて建築材を生産するとされています。戦前には、疎植で伐期を短くした林業が存在していました。戦後、木材が不足してバブル的に木材価格が高騰し、間伐材の小径木が足場丸太などで一定のマーケット規模があったので、間伐を前提とした 3000 本植えて伐期を 40~50 年生とする施業に合理性があったと考えています。

◆ 土壌について

質問 No.16

どういふ土壌・地質の場合に必要でしょうか。

回答【田中氏】

地質で考えると硬質な花崗閃緑岩などの所では、土壌の B 層の発達が期待できないので樹木の根系の発達が抑制されます。一方で風化した堆積岩層であるとか崖錐堆積物の箇所では B 層が発達するので根系の発達が期待できます。前者、後者においても当然リン酸は不足していますから、施肥して肥効を高めることができれば樹木の成長を促進することが可能です。土壌分析を行えばリン酸の不足量が確認できますので相談してもらえればと思います。

質問 No.17

リンの施肥は必要なのでしょうか。

回答【田中氏】

基本的に樹木の成長にはリン酸が不可欠です。一方で日本のような火山国ではリン酸吸収係数が高く、施肥しても利用できずに土壌に吸着されてしまいます。リン酸を利用可能とする方法については、フルボ酸を利用することが有効なことを国内外で確認できています。

◆ 路網・作業システムについて

質問 No.18

基本的な間伐等の作業道作設では地形と作業効率を考慮して作設します。このような形の線形での路網で皆伐作業を実施した場合、作業効率が一般的に行われている車両系の皆伐と比べて感じる大きな違いはどのようなものなのでしょうか。

また、再造林する際の路網の活用の効率化はどのようなのでしょうか。

回答【仲尾氏】

間伐での作業道開設でも皆伐での作業道開設でも基本は同じです。森林作業道は保育の為の部分収穫だけでなく森林経営全般に活用するものであるという考え方をしなければなりません。何時の時点（造林・保育・収穫）で作業道を開設しても基本的には全ての作業コストが下がらなければいけません。森林経営基盤整備と考えることが重要です。

再造林では苗木運搬や資材運搬で活用します。他にも次の収穫までの保育、維持管理にも活用するため路網計画は森林経営の効率化を考えた計画を立案することが重要となります。

質問 No.19

コウヨウザンについて、広葉樹特有の伐出、搬出の難しさはありますか。伐出コストの低減策なども聞いてみたいです。

回答【大貫氏・仲尾氏】

コウヨウザンは針葉樹で、スギやヒノキと同じような樹形をしています。ですからスギやヒノキの素材生産と何ら変わることはありません。

## 質問 No.20

一体作業と一貫作業は何が違うのでしょうか。

### 回答【大貫氏】

当初、一貫作業は、素材生産と植栽を素材生産業者が一体的に実施することを考えていました。しかし、素材生産業者と造林業者が JV を組んで、それぞれの作業を、間を置かずに行うことも一貫作業と言われるようになりました。人口減少時代に素材生産の作業者とは別に造林作業者を確保することが難しくなることや、一人当たりの生産額の向上を背景として発想したものとは違ってきているので、このプロジェクトではあえて一体作業と呼び、違いを明確にしたものです。