

2026年3月9日 全6頁

# 日本の森は未来を創る素材にあふれている

## 太古の地球を変えたリグニンは、現代社会の姿をも変えるか？

マネジメントコンサルティング部 主任コンサルタント 天間 崇文

### 近年になって見いだされた「古くて新しい」原材料

近年、樹木に含まれるありふれた天然物質「リグニン」が、プラスチック素材の新原料として大きな可能性を秘めていることがわかってきた。しかも、日本のスギに含まれるものが最も良質だという。その潜在的な恩恵は、経済的利益から環境保護、果ては花粉症対策にまで多岐にわたり、各界の関心が高まりつつある。本稿では、この「古くて新しい」注目の物質について、少し詳しく紹介していこう。なお本稿では、未加工の物質は「物質」、それが加工され製品材料になったものを「素材」と呼ぶ。

### 「木」はなぜあの巨体を維持できるのか？

ご存じの通り、日本は森林資源に恵まれた国である。国立公園などの原生林にとどまらず、都会の街路や公園にも多様な樹木が植えられ、我々の生活に潤いを与えてくれている。ところで読者の方々は、山間地や神社などで巨木に出会ったとき、骨格を持たない樹木がなぜあれだけ太い幹や枝を支えていられるのか、不思議に思ったことはないだろうか？実は、そのカギとなる天然物質こそが前述したリグニンである。国内での技術開発の結果、高機能素材の国産原料として、この物質に今大きな期待が寄せられている。

### 木の頑丈さを生む「リグニン」

中学校や高等学校の理科を記憶している読者もいるかもしれないが、動物細胞と違って植物細胞には「細胞壁」があり、その集合体が植物の体を支えている。細胞壁の主成分には、まず、食物繊維としても知られるセルロースがあるが、繊維だけではすぐに自重で折れ曲がり、体を支えきれない。この繊維を補完して細胞壁の強度を増すのがリグニンである。簡単に鉄筋コンクリート壁にたとえれば、セルロースが鉄筋に該当し、別種の繊維であるヘミセルロースが針金に該当して鉄筋（ここではセルロース）を結束している。そして、それらの間をリグニンがコンクリートのように埋めることで、茎や幹の固さを生んでいる<sup>1</sup>。少し専門的な言い方をすれば、リグニンは芳香族（ベンゼン環を持つ有機化合物類）フェノール性の高分子で木材重量の約2~3割

<sup>1</sup> 東京農工大学植物バイオマス化学研究室 <https://web.tuat.ac.jp/~plant-biomass-chem/fundamental%20of%20lignin.html>

を占め、疎水性を持ち、非常に分解されにくい。つまり、木が

- 巨体を支えられる強度を持ち
- 濡れてもその強度を失わず
- 腐りにくい

のは、このリグニンのおかげなのだ。

## 新技術により「扱いづらい素材」から「国産の有望天然素材」へ

リグニン由来の従来の素材は、樹種に依存したリグニンの性質の違いや加工性の悪さが実用化・商用化のうえでの大きな課題であった。このため、これまでの主用途は、製紙工程などから生じた副産物による既存樹脂の代替やコンクリート混和材等に限られ、その活用量も素材としての付加価値も、大きいとは言えない状況が続いていた。

しかし、環境配慮や脱炭素機運の高まりとともに、国内でもその改良と新たな活用方法の模索が進んでいる。国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所（以下、森林総合研究所）の発表によれば、スギ（杉）のリグニンが最も均一で工業的に扱いやすく、かつ、新たな改質技術で加工性が大幅に向上し、「改質リグニン」として既存の合成樹脂素材を広く代替しうることが近年わかってきた<sup>2</sup>。現状では、改質リグニンを配合した樹脂のバイオマス比率は重量比で20%程度にとどまっているが、それを60~80%程度まで引き上げる研究が進められている<sup>3</sup>。ほかにも、例えば住友ベークライト社は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）からの委託事業の成果をもとに、2024~2025年にかけてリグニン変性樹脂（バイオマス比率は15%）の商用化<sup>4</sup>を発表している。

## 国産素材としての経済的価値と環境価値

各種資料やここ数年の研究開発動向から示唆される新たなリグニン由来素材の主な利点は、図表1のようにまとめられる。

まず経済的な利点では、スギは日本固有の樹木（学名：Cryptomeria japonica[クリプトメリア ヤポニカ]）の一つで広く植林されており（図表2）、良質のリグニンを国内で大量に調達することが可能である。改質リグニンの場合、国内のスギ林の年間成長量だけを対象としても年間約200万トン<sup>2</sup>、未利用材も含めれば1,000万トン以上の生産が見込めると試算<sup>5</sup>されている。

<sup>2</sup> 日本林業経営者協会 木質エネルギー等利用部会 2024年12月期定例会資料

<https://www.n-ringyou.or.jp/wp-content/uploads/2024/12/20241220yamada.pdf>

<sup>3</sup> 内閣府 官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM） バイオ技術領域成果報告 令和4年度

[https://www8.cao.go.jp/cstp/prism/seika/bio\\_r4/bio\\_06.pdf](https://www8.cao.go.jp/cstp/prism/seika/bio_r4/bio_06.pdf)

<sup>4</sup> 住友ベークライト株式会社 [https://www.sumibe.co.jp/topics/2024/hpp/0823\\_01/index.html](https://www.sumibe.co.jp/topics/2024/hpp/0823_01/index.html)（液体樹脂）、[https://www.sumibe.co.jp/topics/2025/hpp/0319\\_01/index.html](https://www.sumibe.co.jp/topics/2025/hpp/0319_01/index.html)（個体樹脂）

<sup>5</sup> 一般社団法人プラチナ構想ネットワーク 第10回プラチナ大賞最終審査発表会資料

<https://platinum-network.jp/wp-content/uploads/2023/03/08riguno.pdf>

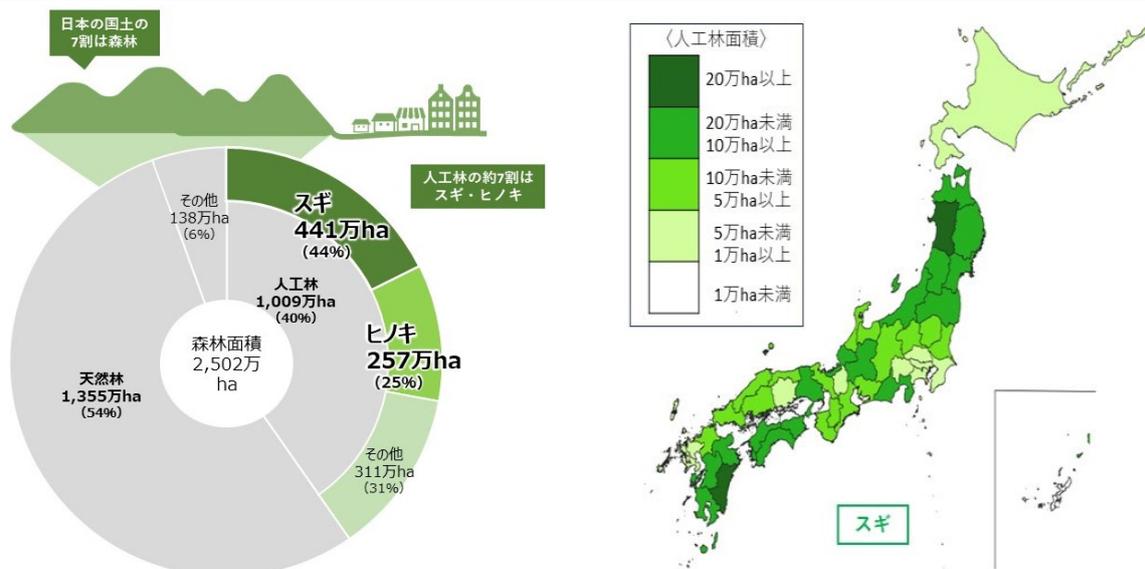
日本のプラスチック材料の年間生産量が約1,000万トン<sup>6</sup>であることから、改質リグニンの配合比率も勘案すると、十分な供給量を賄えることがわかる。これが実現できれば、プラスチック合成用の輸入化石燃料を大幅に削減でき、日本の資源問題と経済安全保障の観点からも重要な意義を持つ。また、リグニンは木のどの部分にも含まれるため、従来は廃棄・焼却対象となっていた端材（製材過程で出る枝葉や切屑など）の有効利用により、林業・木材産業の拡大と多様化が期待される。

（図表1）リグニン由来素材の主な利点

利点の分類	利点の内容
経済	良質な原料を人工林から大量に継続的に調達できる
	国内調達により輸入化石燃料を代替できる
	従来 of 廃棄物の有効利用を通じた産業の拡大・多様化
環境	温室効果ガス発生を抑制・削減する
	環境中で分解されるため、環境問題の恐れは小さい
その他の副次的な効果	非都市部や山間地域での新規産業創出と過疎化抑制に貢献
	スギ林の無花粉スギへの植え替えが、花粉症対策となる

出所：各種文献、発表資料等より大和総研作成

（図表2）国内のスギ林の規模と分布



出所：林野庁 web サイト [https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin\\_riyou/kafun/data.html](https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyou/kafun/data.html) および「森林資源の現況」（令和4年3月31日現在）

<sup>6</sup> 塩ビ工業・環境協会（VEC）統計集 [https://www.vec.gr.jp/statistics/statistics\\_4.html](https://www.vec.gr.jp/statistics/statistics_4.html)

素材としての環境価値も見逃せない。焼却した場合であっても、化石燃料由来の素材と比較すると、リグニンの配合比率に応じて温室効果ガスの増加を抑制できる。さらに、リグニン抽出を目的としたスギの調達と再植林は、スギ林の新陳代謝を通じて二酸化炭素の吸収・固定化を再活性化させるので、これも温室効果ガスの有効な削減策となる。また、改質リグニンは環境中で分解されるため、廃棄後に流出しても海洋プラスチック汚染のような深刻な環境問題を伴う恐れが小さい<sup>2</sup>。

さらなる副次的な効果としては、リグニン由来素材の生産事業は、原料供給地となる森林周辺への立地が必然的に想定されることから、非都市部や山間地域での新規産業創出と過疎化の抑制につながりうる。また、スギの再植林時に無花粉スギを選択的に植えることが、国民病とも言われる花粉症への抜本的な対策の一つとして考えられるのではないだろうか。

## リグニン由来素材の応用の広がり、課題解決に向けた各界の支援態勢

では、それほど有望な国産素材は、どのような用途で実用化が見込めるだろうか？リグニンをういた新素材は、各種材料と複合化することで高耐熱性プラスチックや繊維強化プラスチック（FRP）等の原料に利用できることが、産官学によるここ数年の研究で実証されつつある（図表3）。ここに示す用途の広さからうかがえるように、これらを商用化できれば、リグニン由来の新素材が化石燃料由来素材の有力な代替になりうることは容易に想像できるだろう。

大きな課題はコスト競争力だが、改質リグニンの事業化を進める株式会社リグノマテリアによれば、年産1万トンの水準を達成できれば、現在主流である石油由来の芳香族樹脂と同等水準の価格になるという<sup>7</sup>。このほか、環境適合性の評価手法やリサイクル技術等の課題は残るものの、その解決に向けた各界からの支援態勢も充実しつつある。2021年には民間企業による「新・森林資源-改質リグニン-普及産業会」が、2022年には政治家による「改質リグニン活用推進議員連盟」が設立され<sup>5</sup>、2025年度には林野庁が戦略的技術開発・実証事業の一つとして改質リグニン関連事業を採択<sup>8</sup>した。こうした産学から政官までを巻き込んだ後押しがあることは、リグニン関連事業の関係者にとって心強い限りだろう。

## 太古の地球の景色を変え、近現代文明を支えたリグニン

少し唐突だが、より多面的な理解のため、リグニンが地球史・人類史上で果たしてきた役割にも目を向けてみよう。実は、リグニンは太古の昔、地上の炭素循環に劇的な変化をもたらして環境を一変させ、かつ、近現代文明のエネルギー源をも生み出した物質である。

<sup>7</sup> Chematels「日本にはスギという資源がある！ 改質リグニン普及への現在地 リグノマテリア【気になる「あの企業ニュース」を追いかけろ！ 第1回】」<https://chematels.com/article/c19dyooqu310f0c16o5r5bxml>

<sup>8</sup> 令和7年度 林業機械・木質系新素材の開発・実証 林野庁補助事業 取組概要  
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/morihub/attach/pdf/morihub-147.pdf>

約 4 億年前まで、地球上の植物は、藻類や原始的な陸上植物に限られていたとされている。しかし、植物が進化してリグニンの合成能力を獲得した結果、約 4～3 億年前（地質時代区分のデボン紀～石炭紀に相当）にかけて丈夫な「幹」を持つ樹木が出現し、大森林を形成した。これら大量の樹木は大気中の二酸化炭素を吸収して炭素を体内に固定し、枯れた残骸の多くは未分解のまま地中に埋もれた（当時は、十分なリグニン分解能力を持つ菌類が現代に比べて少なかったとされる<sup>9)</sup>。その地中の残骸が数億年を経て変性し、石炭等の化石燃料となって近現代文明を支えたのである。

(図表 3) リグニン由来素材を使った製品の開発事例

分類	関連企業・団体	製品例
自動車 部品	森林総合研究所、産業技術総合研究所、 宮城化成、光岡自動車	自動車内外装材 (ボンネット、ドアトリムなど) <sup>10)</sup>
	豊田合成、天童木工、森林総合研究所、物質・ 材料研究機構、ネオマテリア	自動車用ステアリング部品
	住友ベークライト	リグニン変性フェノール樹脂 (レゾール型 / 固形ノボラック型 <sup>4)</sup> (ともに商用化済)
鉄道車両 部品	上田ブレーキ、京王電鉄、森林総合研究所、 大阪産業技術研究所	鉄道用ブレーキシュー
電子機器 部品	産業技術総合研究所	電子基板
3D プリンタ 樹脂	ネオマテリア、森林総合研究所	生分解可能な 3D プリンタ樹脂
FRP を使った 履物	ミズノ、森林総合研究所、 大阪産業技術研究所	雪駄 <sup>11)</sup>

出所：リグニンネットワーク事務局「リグニンネットワーク技術集 2026」令和 8 年 1 月 ほか、各種文献より  
大和総研作成

## リグニンは現代社会の姿をも変えるか？

かつて地球環境と文明を大きく変えたリグニンが、先進技術の下で今度は化石燃料利用からの脱却を促し、地上の環境と社会を再び一変させうる資源として再登場してきたことは非常に興味深い。そもそも近代以前には、人間社会における資源といえば、木材をはじめ地上の環境中

<sup>9)</sup> 浜島書店 生物図表オンライン <https://www.hamajima.co.jp/rika/bio/mattercycle/>

<sup>10)</sup> 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 刊行物 研究成果選集 令和元年版 研究成果選集  
2019 スギ材から製造した新素材「改質リグニン」を用いた自動車の開発  
<https://www.ffpri.go.jp/pubs/seikasenshu/2019/documents/p36-37.pdf>

<sup>11)</sup> ミズノ株式会社 “サステナブルな植物由来の新素材「改質リグニン」を活用するための共創”  
<https://corp.mizuno.com/jp/articles/0109>

で分解され、物質循環するものが大半であった。それが産業革命以降になると、分解されにくい化石燃料由来の資源・合成素材がその機能性の高さゆえに世界を席捲した。しかし、環境に対するその弊害が看過できない水準に達した現在、リグニンのような生分解性の天然物質に合成素材並みの高機能を付加できるのであれば、持続可能な将来を見据えて社会がそれを選択するのは極めて自然な帰結と言えるだろう。

リグニンを用いた新素材の開発と事業化には、産業構造の変化を促して日本経済に恩恵をもたらすだけでなく、環境問題や社会課題への対策にまでつながり、幅広い波及効果が期待できる。また、新たな環境技術として世界に輸出・発信すれば、賛同する国々でも化石燃料からリグニンへの原材料の転換が進み、日本の外貨獲得と世界的な環境対策を併せて推進できるだろう。今後のリグニン活用技術がどう進化・普及し、現代社会を未来に向けてどう創り替えていくのか、我々は大きな転換点に立ち会えるかもしれない。

—以上—