

大賞論文

●
大賞論文

国内に生息するタンポポから生まれた「国産ゴム」

(原題) タンポポを用いた天然ゴム代替資源の開発

東京都立戸山高等学校 SSⅢ化学 タンポポシスターズ
3年 紺野 沙友莉 矢島 佳歩
●

タンポポからゴム成分を抽出しよう

1 背景

私たちの身の周りは、自動車タイヤをはじめ、ゴムホース、医療用品、運動用品などゴムの応用製品で溢れている。その多くは石油を原料とした合成ゴム、またはパラゴムノキから得られる天然ゴムを主成分としている。天然ゴムは合成ゴムでは代替することのできない性能を有している。たとえば、天然ゴムは高延伸状態で硬化し、力学的に強いため航空機の車輪のタイヤには天然ゴムが必要不可欠である。

パラゴムノキ (*Hevea brasiliensis*) は、東南アジアなどの限られた地域でのみ生産されており、日本ではその100%を輸入に頼っているのが現状。今、天然ゴム資源供給源の多様化が求められる中、タイヤ大手のブリヂストン社がカザフスタンおよびウズベキスタン原産の多年草であるロシアンタンポポからゴム成分を抽出し、タイヤなどのゴムへの活用に向けて研究を行っている。

現在、国内で自生しているタンポポの多くはセイヨウタンポポとカントウタンポポの雑種とされているが、私たちは日本に生息するこれらのタンポポから、同じようにゴム成分を抽出できないかと考え、研究をはじめた。

2 目的

本研究では、

- ①まず、タンポポに含まれるゴム成分を抽出する方法を探究する
- ②そして得られたタンポポに含まれるゴム成分を同定し、パラゴムノキから得られる成分と比較する
- ③さらに効率の良い抽出条件を確立することで抽出率の向上を計る
- ④最後に、得られたゴム成分を加工し、物性の検証を行うことを目的とする。

実験とその結果

【実験 1】使用する溶媒の決定

- ①私たちの高校の構内に自生しているタンポポの根を洗浄し、乾燥させ粉末状にしたもの（図 1）を、試料として用いた。

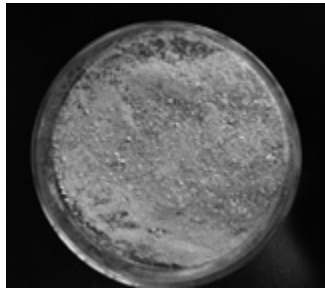


図 1 実験で使用了粉末

- ②溶媒 100mL に試料約 5g を加え、一定温度で加熱し、還流させて抽出を行った。
- ③その後、吸引ろ過をし、ろ液をエバポレータで約 10 分の 1 程度に濃縮した。
- ④多量のメタノールに、③で濃縮したろ液を入れ、析出した固体を得た。溶媒はアセトン、トルエン、ヘプタンを用いて析出物の量の比較を行った。

【実験 1】の結果

表 1 に各溶媒の抽出結果を示す。アセトンを用いた場合では、固体は析出しなかった。トルエン、ヘプタンを用いた場合は固体が析出し、ヘプタンを用いた場合の抽出物はトルエンの 6 倍の量だった。

表 1 抽出溶媒と抽出量

	アセトン	トルエン	ヘプタン
試料の量	4.30g	5.81g	4.90g
攪拌温度	100℃	100℃	80℃
抽出物の量	—	0.001g	0.006g
根 1g あたりの析出物の量	—	0.17mg	1.2mg

【実験 2】析出物の分析

【実験 1】で得られた固体を群馬大学工学部でサイズ排除クロマトグラフィーと NMR で分析を行い、天然ゴムに含まれる成分との比較を行った。

【実験 2】の結果

図 2 にサイズ排除クロマトグラフィーの結果を示す。3 成分のピークが得られ、各成分の分子量を表 2 に示した。ピーク①の分子量は 10 万を超えており、この成分がゴム成分だと考えられる。ピーク②と③はポリイソプレン以外の物質だと考えられる。

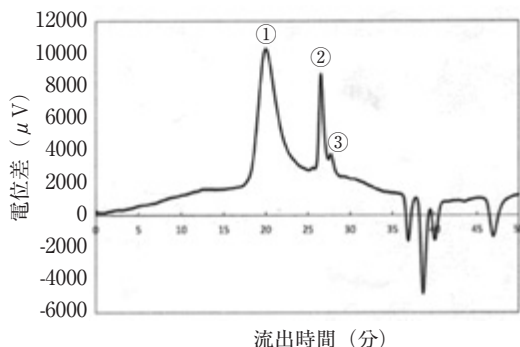


図 2 サイズ排除クロマトグラフィーの結果

表2 各成分の Mn Mw 及び Mw/Mn

	ピーク①	ピーク②	ピーク③
Mn (数平均分子量)	120,361	2,068	598
Mw (重量平均分子量)	805,985	2,282	678
Mw/Mn (分子量分布)	6.69	1.10	1.13

図3に得られた抽出物のNMRスペクトルを示す。¹³Cについての結果である図3-1と図3-2を比べると同じピークが存在しており。抽出した成分が類似構造であることがわかる。図3-1のピークに加えて図3-2とは異なるピークも存在している。これは、サイズ排除クロマトグラフィーで見られたピーク②と③だと考えられる。¹Hについての結果である図3-3、図3-4についても同様な結果であった。

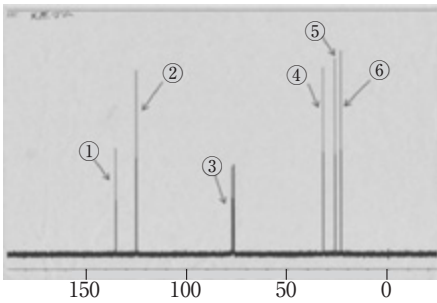


図 3-1 天然ゴム (炭素)

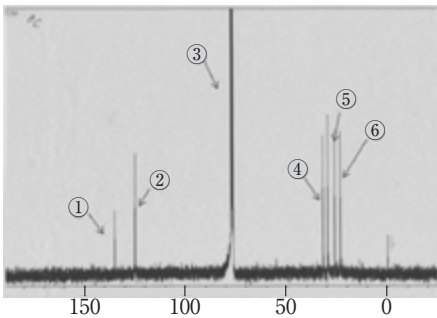
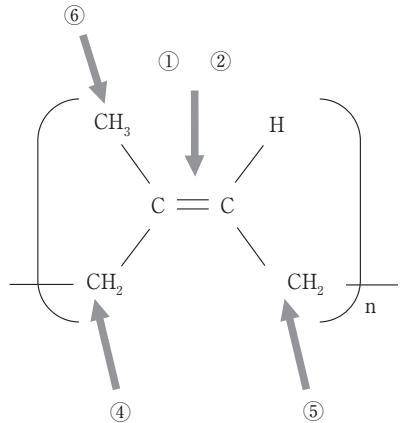


図 3-2 析出物 (炭素)



上記で示したピークは

- ①二重結合
- ②二重結合
- ③展開溶媒のクロロホルム
- ④メチル基 (CH₃) に近い方の CH₂
- ⑤メチル基 (CH₃) に遠い方の CH₂
- ⑥メチル基 (CH₃)

それ以外の図3-2のみにあられたピークは不純物である。

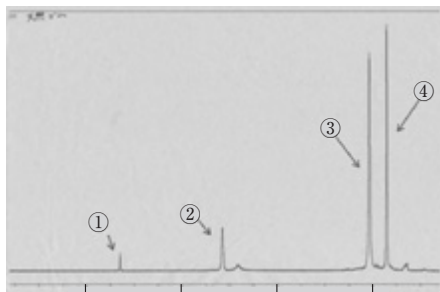
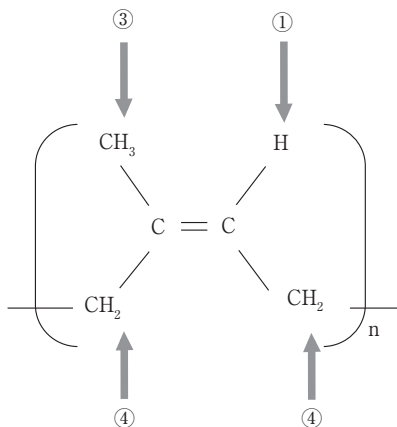


図 3-3 天然ゴム (水素)



上記で示したピークは

- ① H
- ② 展開溶媒のクロロホルム
- ③ メチル基 (CH₃)
- ④ 左右の CH₂

これ以外の図 3-4 のみに表れたピークは不純物である。

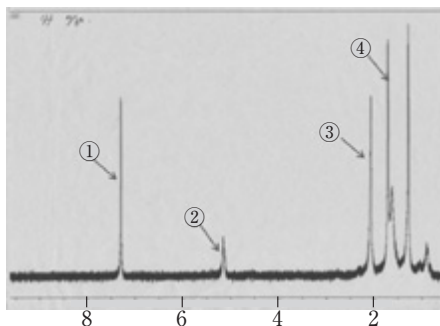


図 3-4 析出物 (水素)

【実験 3】抽出条件による比較

ゴム成分の収量を増やす最適条件を探すために【実験 1】と同様の方法で、溶媒はヘプタンを用い、温度、時間などの条件を変えて析出物の量を比較した。

【実験 3】の結果

抽出条件を最適化するために抽出時間による抽出量の変化を図 4 に示す。抽出量は攪拌時間が 6 時間まで増加したが、8 時間では減少した。さらに攪拌温度依存性を検討した結果を図 5 に示す。80℃までは抽出量が増加するが 100℃は 80℃に比べて変化量はわずかとなっている。