

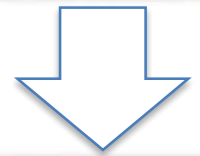
乾燥方法による小国すぎ板材の 揮発成分への影響調査

九州大学農学研究院

清水 邦義

中川 敏法

伐採から製材まで□



各種乾燥□

- 高温乾燥□
- 中温乾燥□
- 天然乾燥□
- 地熱乾燥□
- etc....□





高温乾燥□



中温乾燥□

小国すぎ 板材の?
乾燥方法□



地熱乾燥□



天然乾燥□

乾燥方法の違いで、すぎ板材に含まれる成分はどのように変わるのか？□

小国町の温泉(地熱)の利用



地熱



すぎ板材の
乾燥

- ❖化石燃料を使用しない (CO₂排出ゼロ)
- ❖地域のエネルギーを利用する環境にやさしい乾燥方法

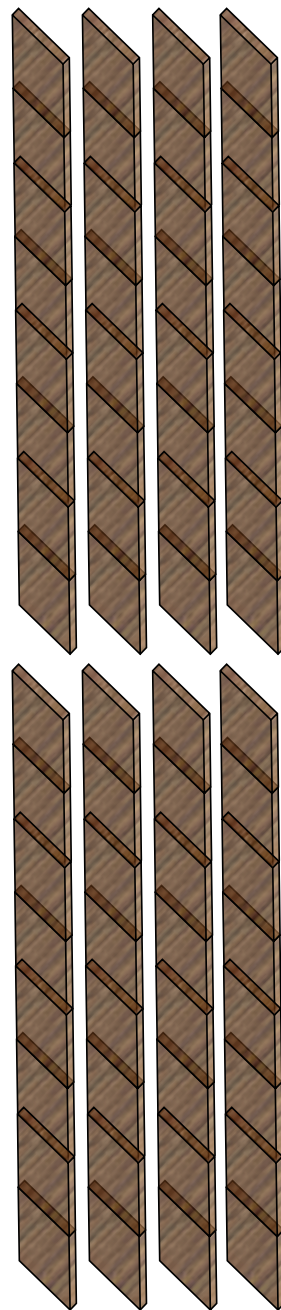
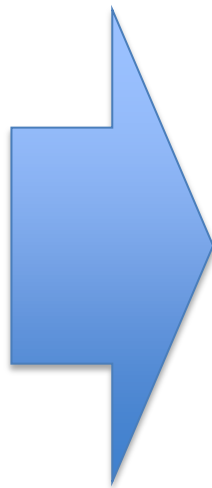
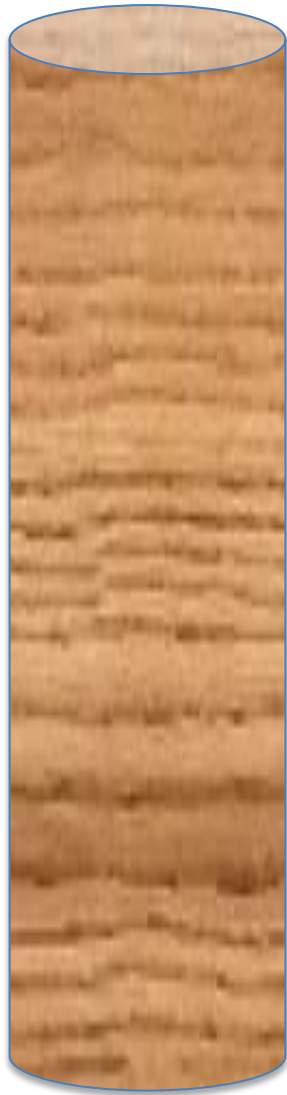
従来の乾燥方法(高温乾燥・中温乾燥・天然乾燥)と
含まれる成分にどのような違いがあるのか？

それぞれの乾燥方法について

	温度	乾燥期間
高温乾燥	70～85℃	100時間(約4日間)
中温乾燥	60～55℃	7日間
地熱乾燥	63～50℃	10日間
天然乾燥	28～20℃	81日間(9/1～11/20)

温度は、地熱乾燥と中温乾燥はほぼ同じ

1本の木から 64枚の板材を作る



上

二番玉

サンプルが偏らないように
4つの乾燥方法に割り振る

元玉(一番玉)

下

試験に用いた小国すぎの木取り位置

乾燥試験片

1片 = 0.5m × 35mm × 150mm

1番玉 32片 2番玉 32片

1: 高温

2: 中温 (地熱)

3: 中温 (機械)

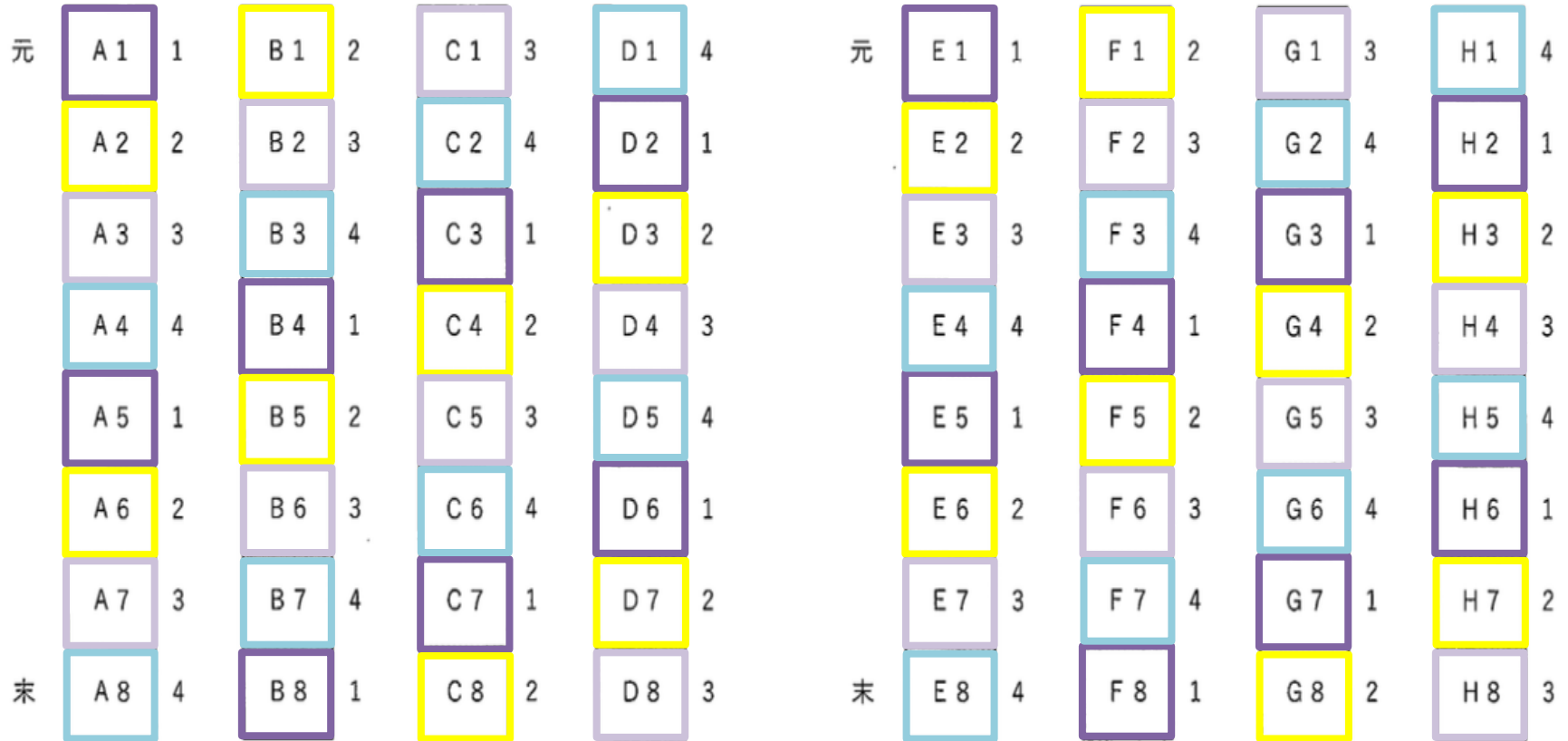
4: 天然乾燥

1番玉

芯

2番玉

芯



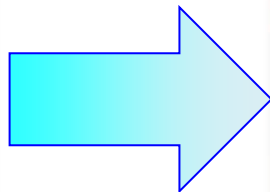
1本の木から1番玉と2番玉をとり、製材

木取り位置が偏らないように、64片の板材を乾燥方法ごとに割り振り

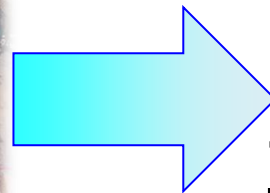
サンプル調製のイメージ



木口面をシーリング

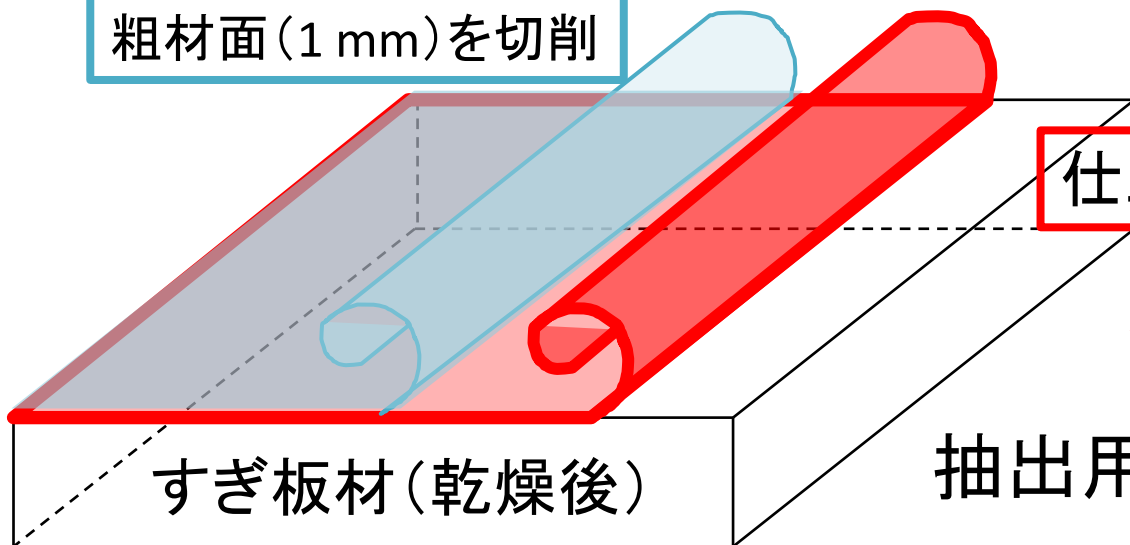


(木材の構造上、木口面からの成分放出が激しいため、その影響を除去する)

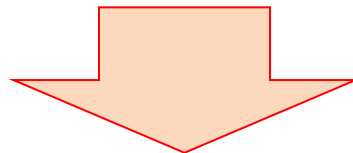


各種
乾燥方法へ

粗材面(1 mm)を切削



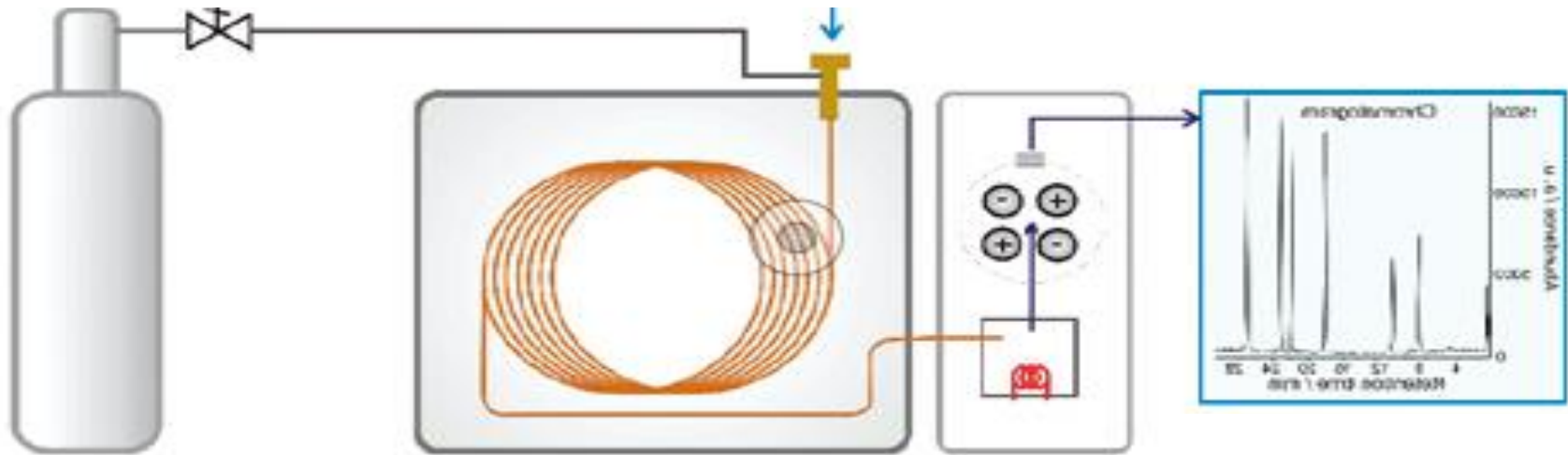
仕上面(1 mm)を切削



抽出用サンプルとして使用

成分分析のイメージ

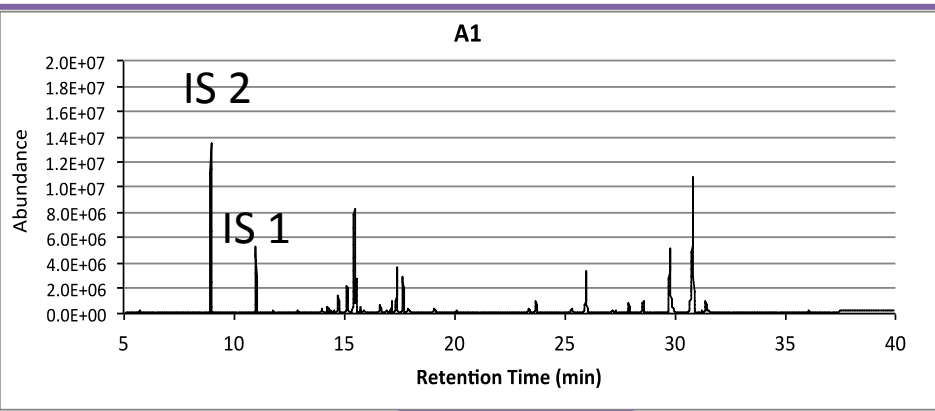
ガスクロマトグラフィー質量分析計 (GC/MS) で分析



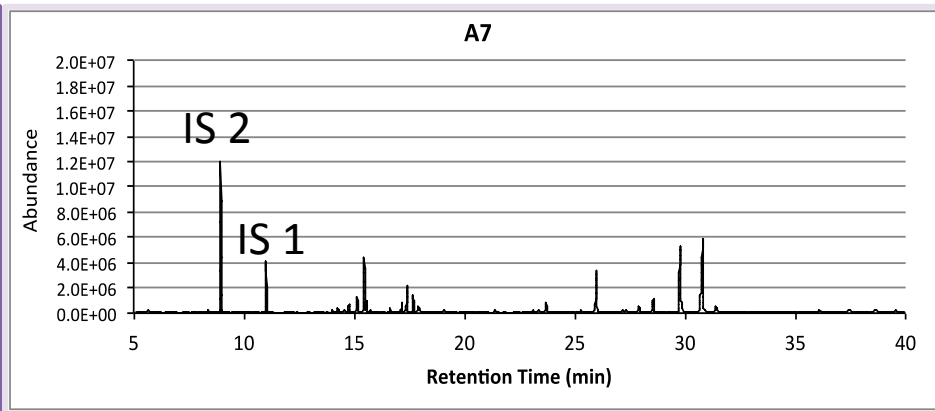
含まれる成分を分離 → 検出 → 出力

得られた結果(代表的例)

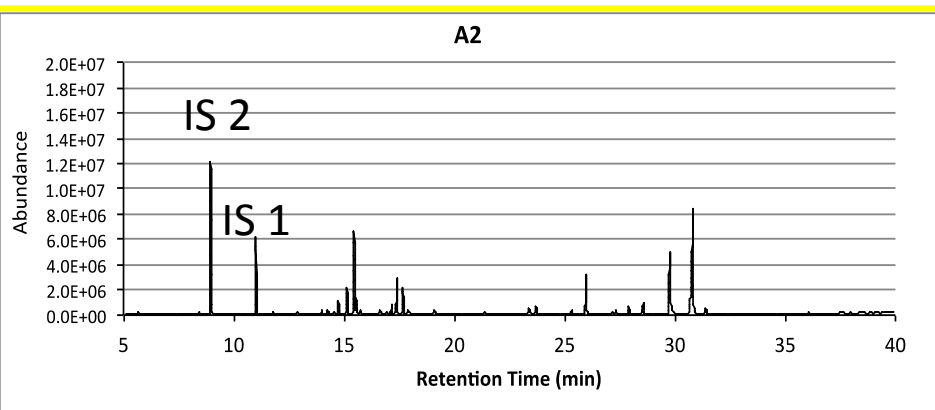
IS 1: 内部標準1 Terpinene-4-ol
IS 2: 内部標準2 β -Pinene



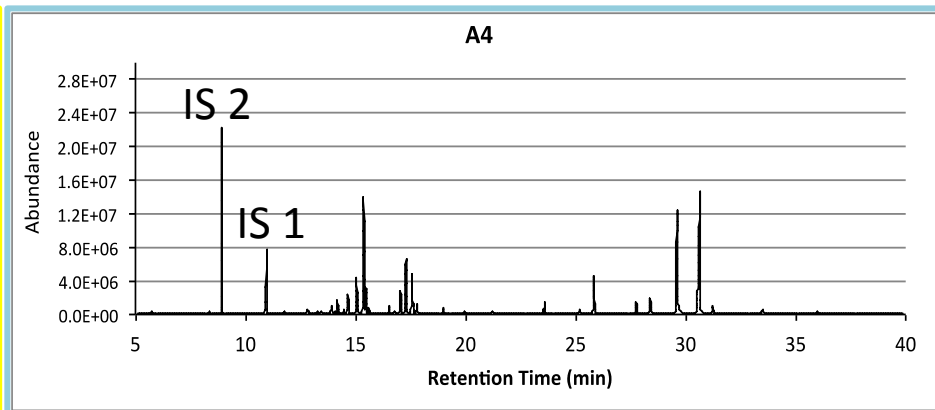
高温乾燥



中温乾燥



地熱乾燥



天然乾燥

見た目だけでは違いがわからない

まずは、結果から含まれる成分(ピーク)を同定:
 どのような成分がどれだけ含まれているのか?

RT	RI		高温乾燥	中温乾燥	地熱乾燥	天然乾燥
8.97	985	β-Pinene	13.4	13.1	12.0	13.0
11.01	1189	Terpinen-4-ol	6.5	6.3	5.6	5.4
14.00	1432	β-Caryophyllene	0.5	0.5	0.6	0.8
14.27	1450	Thujopsene	0.5	0.4	0.6	0.8
14.76	1482	epi-Bicyclosesquiphellandrene	1.1	1.1	1.3	1.5
15.15	1507	Muurolene	2.0	2.2	2.4	3.0
15.47	1526	δ-Cadinene	7.0	6.6	7.4	8.4
15.55	1531	Calamenene	2.8	2.1	2.4	2.9
15.73	1541	Cadina-1,4-diene	0.3	0.4	0.4	0.4
16.64	1594	Gleenol	0.6	0.5	0.6	0.6
17.16	1623	Cedrol	1.5	1.4	1.5	1.6
17.40	1636	Cubenol	3.6	3.4	3.5	3.8
17.68	1651	C ₁₅ H ₂₆ O [222]	3.6	3.4	3.6	3.7
17.92	1665	β-Eudesmol	1.3	1.2	1.1	1.2
19.12	1729	unidentified_1	0.5	0.5	0.4	0.5
23.72	1973	unidentified_2	1.5	1.8	1.8	1.9
25.32	2056	Abietatriene	0.6	0.6	0.5	0.5
25.98	2091	Abietadiene	4.9	5.7	5.3	4.9
27.93	2186	Sandaracopimarinal	1.8	1.8	1.7	1.6
28.57	2216	unidentified_3	2.6	2.8	2.7	2.6
29.78	2272	Sandaracopimarinol	17.2	18.4	18.3	17.5
30.83	2320	Ferruginol	24.4	24.2	24.9	21.9
31.42	2346	unidentified_4	1.8	1.9	1.6	1.6

比較的多く含まれる成分

比較的多く含まれる成分

同定された各ピークの相対量 (IS 2: β -pinene に対する面積値比較)

RT	RI	成分	高温乾燥	中温乾燥	地熱乾燥	天然乾燥
14.00	1432	β -Caryophyllene	0.044 ^b	0.036 ^b	0.048 ^b	0.067 ^a
14.27	1450	Thujopsene	0.043 ^b	0.035 ^b	0.048 ^b	0.064 ^a
14.76	1482	epi-Bicyclosquiphellandrene	0.089 ^b	0.083 ^b	0.107 ^{ab}	0.122 ^a
15.15	1507	Muurolene	0.170 ^b	0.174 ^b	0.206 ^{ab}	0.241 ^a
15.47	1526	δ -Cadinene	0.578	0.515	0.632	0.666
15.55	1531	Calamenene	0.229 ^a	0.165 ^b	0.210 ^{ab}	0.227 ^a
15.73	1541	Cadina-1,4-diene	0.025	0.029	0.031	0.034
16.64	1594	Gleenol	0.048	0.042	0.049	0.050
17.16	1623	Cedrol	0.120	0.111	0.132	0.130
17.40	1636	Cubenol	0.290	0.264	0.299	0.301
17.68	1651	C ₁₅ H ₂₆ O [222]	0.294	0.269	0.305	0.291
17.92	1665	β -Eudesmol	0.102	0.091	0.095	0.092
19.12	1729	unidentified_1	0.041	0.040	0.039	0.037
23.72	1973	unidentified_2	0.120	0.145	0.154	0.145
25.32	2056	Abietatriene	0.047	0.045	0.045	0.038
25.98	2091	Abietadiene	0.392	0.454	0.458	0.394
27.93	2186	Sandaracopimarinal	0.136 ^{ab}	0.137 ^{ab}	0.147 ^a	0.123 ^b
28.57	2216	unidentified_3	0.202	0.218	0.230	0.200
29.78	2272	Sandaracopimarinal	1.331	1.443	1.558	1.364
30.83	2320	Ferruginol	1.907 ^{ab}	1.871 ^{ab}	2.103 ^a	1.699 ^b
31.42	2346	unidentified_4	0.139	0.149	0.135	0.125

乾燥方法間で
有意差あり

Tukey's test
p<0.05

有意差あり
||
違いがある

乾燥方法間で
有意差あり

Tukey's test
p<0.05

乾燥方法によって成分含量に差が認められた成分

β -Caryophyllene
(カリオフィレン)
Thujopsene
(ツヨプセン)

} 天然乾燥が多い

epi-Bicyclosesquiphellandrene
(エピ-ビシクロセスキフェランドレン)
Muurolene
(ムウロレン)

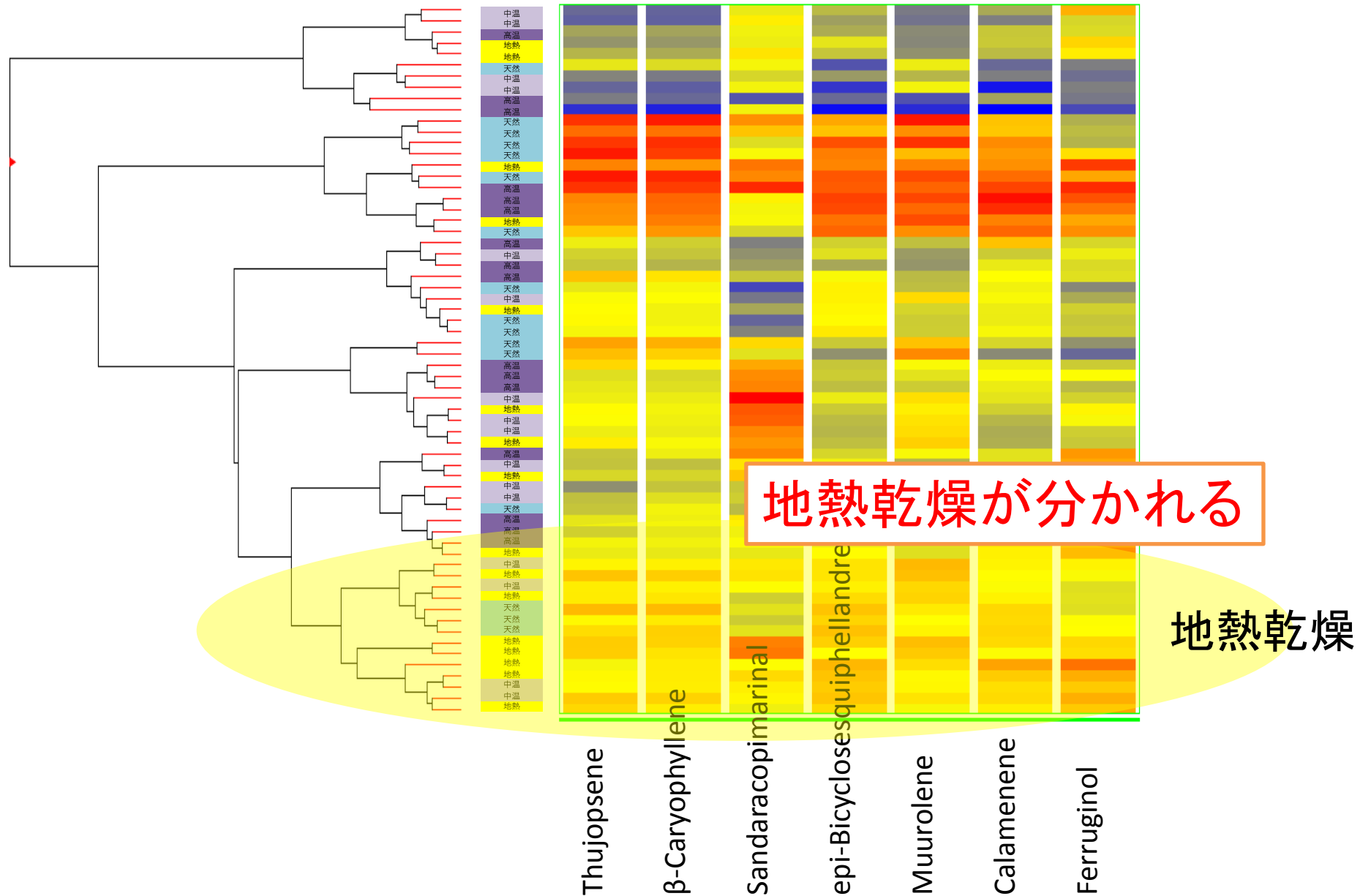
} 天然 → 地熱 → 中高温
多 ←————→ 少

Calamenene
(カラメネン)

Sandaracopimarinal
(サンダラコピマリナル)
Ferruginol
(フェルギノール)

} 地熱 → 中高温 → 天然
多 ←————→ 少

有意差のある成分を選び、クラスター解析(グループ分け)してみる...



まとめ

- ❖ 地熱乾燥は天然乾燥に近い（かおり成分と関連）
- ❖ 地熱乾燥はジテルペン（Ferruginol, Sandaracopimarinal）が多い
（抗菌・耐久性と関連）

小国町の地熱乾燥すぎ



かおり成分が多く
耐腐朽性に優れる可能性

- ❖ 耐腐朽性に関する成分（ジテルペン類）は、高温・中温乾燥も天然乾燥と同等