

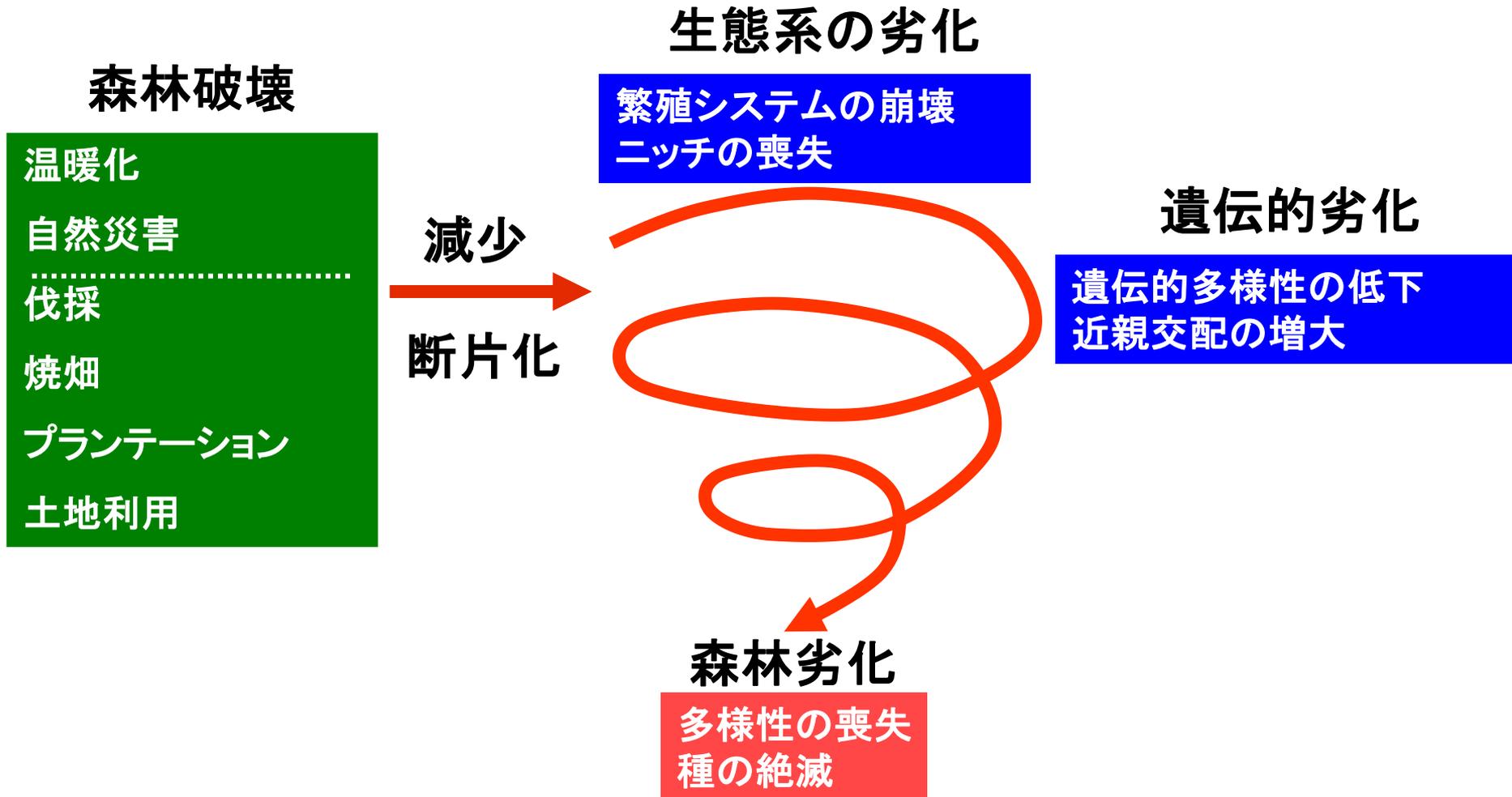
D-0901

熱帯林の減少に伴う森林劣化の評価手法の 確立と多様性維持



課題代表者：愛媛大学農学部 原田 光

森林劣化のメカニズム



- 森林劣化のメカニズムを遺伝子レベルで明らかにする
- 逆スパイラルによる森林の再生は可能か

プロジェクトの概要

遺伝的劣化評価

生態系の劣化評価

3. 地域集団

4. 広域集団

5, 6, 7. 希少種
および絶滅危惧種

1. 繁殖構造

2. 土壌微生物

遺伝構造

生態系

遺伝子解析

劣化

再生

多様性を維持した森林の再生

3. 7. 造林による熱帯林の再生



サブテーマ1ー繁殖構造による脆弱性の解析

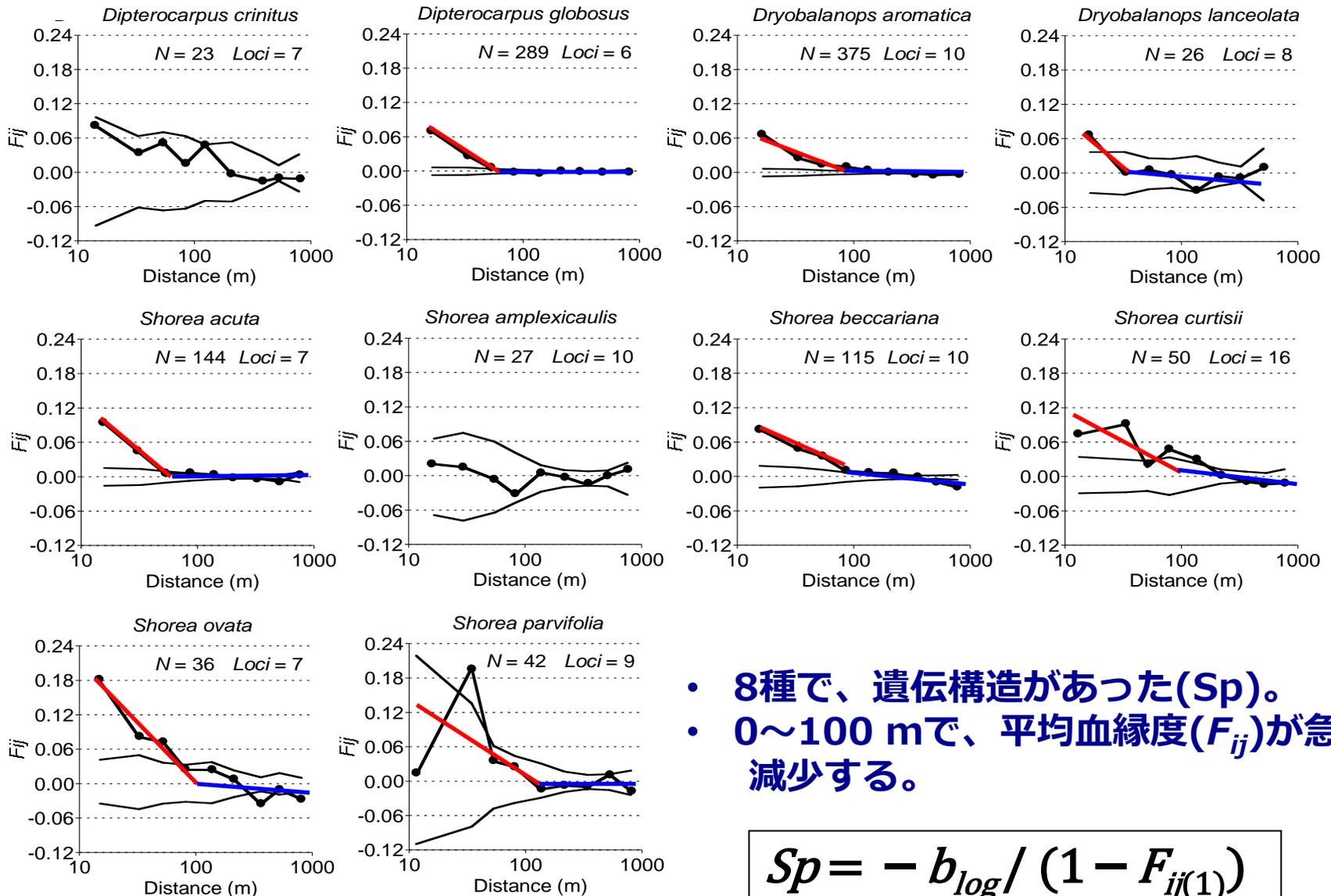
大阪市立大学: 伊東明・名波哲・山倉拓夫

作業仮説

- 繁殖構造によって遺伝構造が異なる
- 攪乱に対する脆弱性は繁殖構造によって異なる



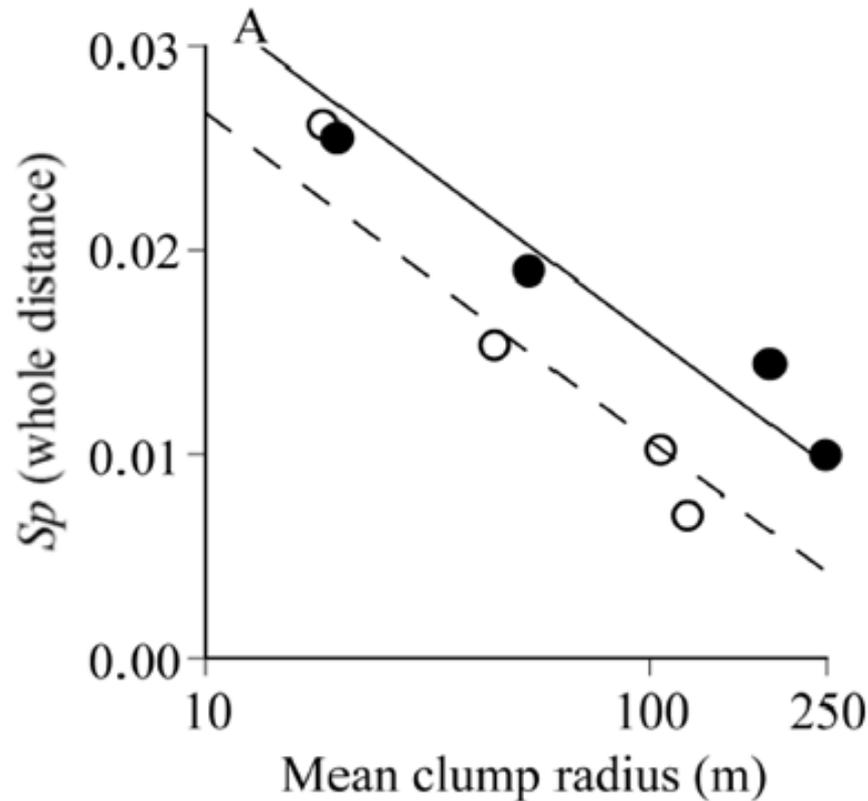
フタバガキ科10種の局所的空間遺伝構造



- 8種で、遺伝構造があった(S_p)。
- 0~100 mで、平均血縁度(F_{ij})が急激に減少する。

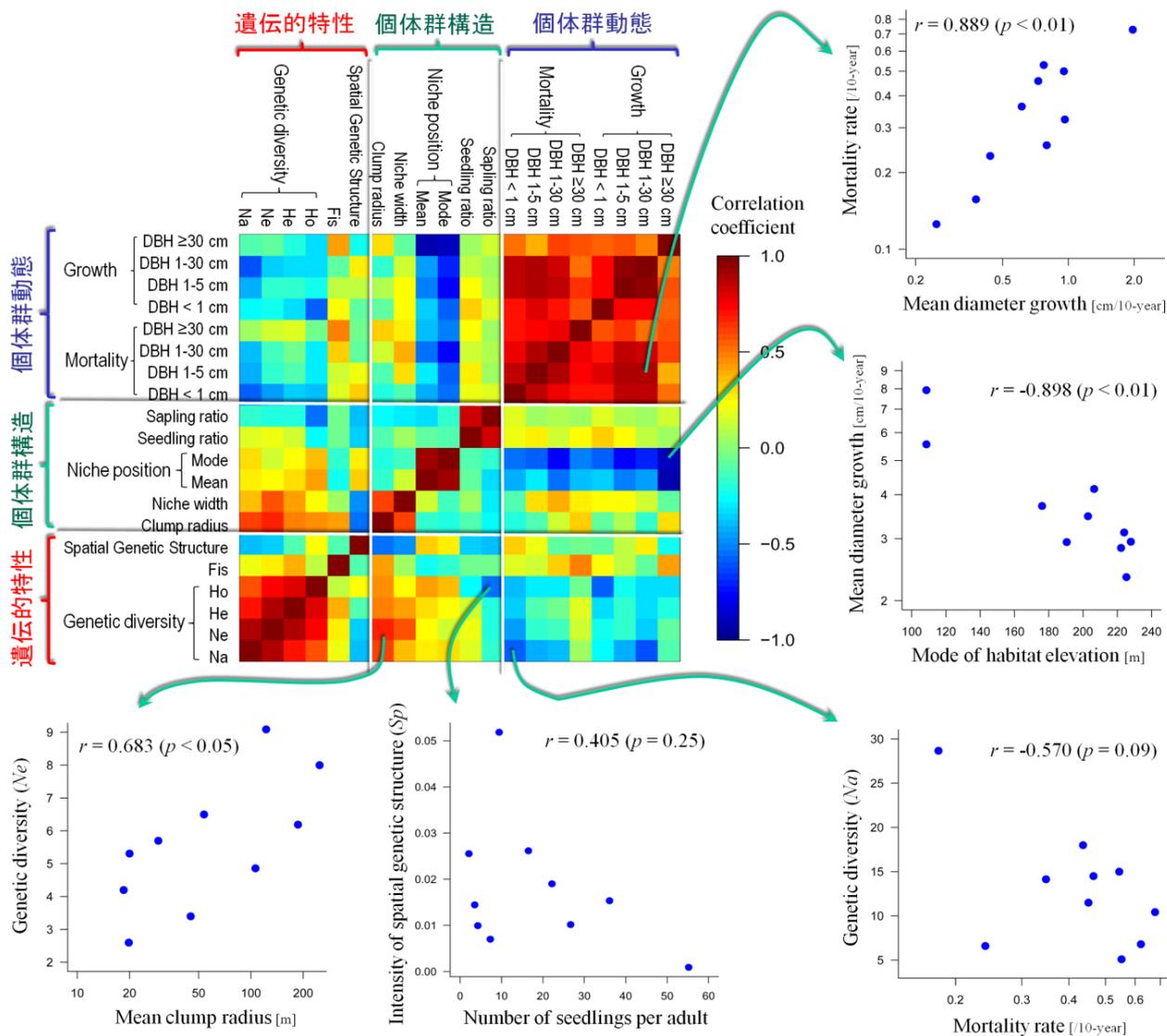
$$S_p = -b_{log} / (1 - F_{ij(1)})$$

生態的特性と遺伝構造との関係



クランプサイズ(集中斑)が小さい樹種ほど、遺伝構造が強い。甲虫媒の樹種のほうが、その傾向が強い。
(○ はミツバチ媒、● は甲虫媒)

フタバガキ科10種における個体群動態と遺伝的多様性との相関



1. 常湿な土壤に分布する種ほど死亡率、成長率が高い。
2. 死亡率、成長率が高い種ほど遺伝的多様性が低い。
3. ハビタットニッチの幅が狭く、個体群が分断されている種ほど遺伝的多様性が低い。

サブテーマ2ー 土壌微生物を指標とした評価手法の確立

京都大学:宮下直彦

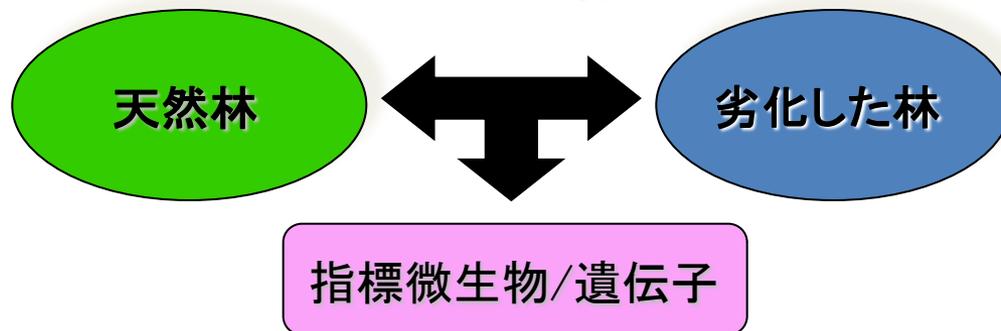
作業仮説: 土壌環境と森林の健全さには相関がある



目的: 天然林と劣化林の土壌微生物の組成と機能を比較し、劣化の指標として

利用可能な微生物および遺伝子を同定する

メタゲノム解析



研究の内容

- 1) 16S rRNA: 細菌の組成と多様性
- 2) ITS: 菌類の組成と多様性
- 3) ゲノムランダムショットガン
- 4) メタトランスクリプトーム解析 (mRNA)

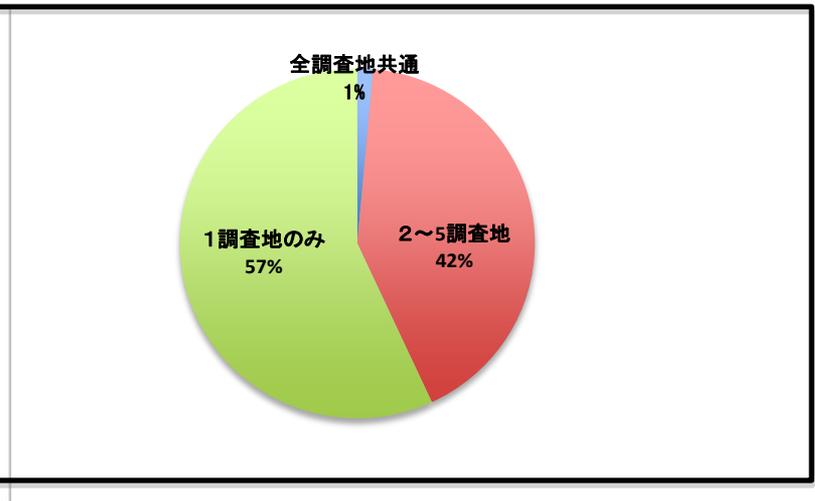
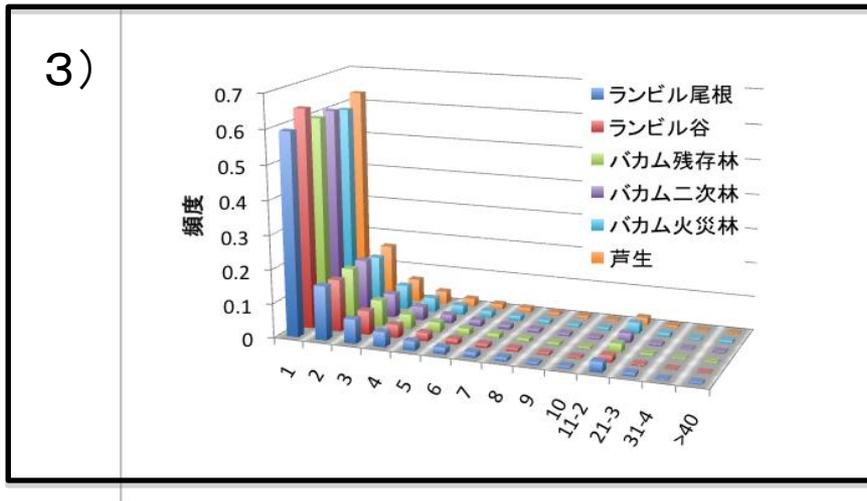
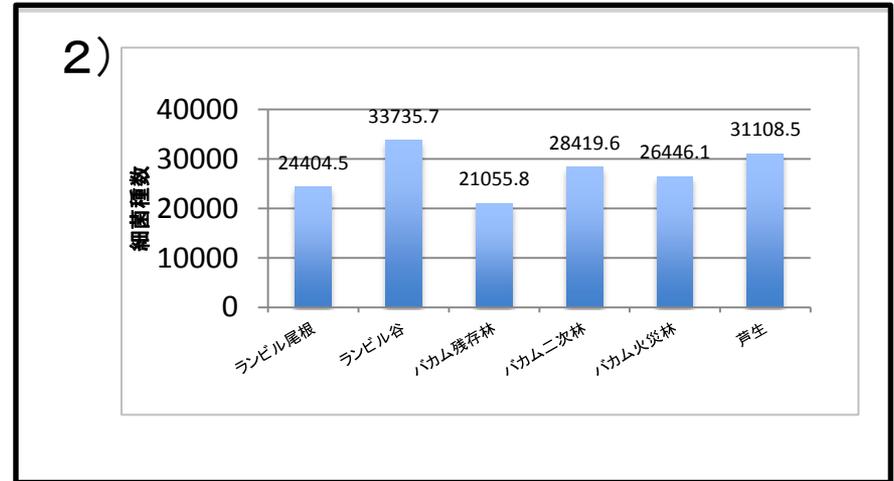
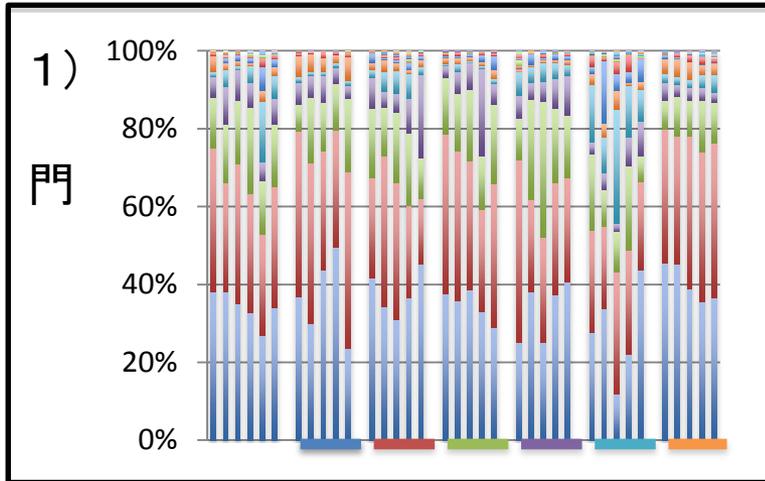
土壤採集地

Location	ID	Forest environment
ランビルヒルズ 国立公園	Lrid	天然フタバガキ林、 尾根
	Lval	天然フタバガキ林、 谷
バカム試験地	Brem	天然フタバガキ林 (残存林)
	B2nd	二次林
	Bbur	火災林 (4ヶ月前)
芦生研究林	Ashiu	天然冷温帯林

その他、ジャワ、スマトラ、シンガポールなど29カ所の森林土壌を採取

16S rRNA:細菌の組成と多様性

- 1) 高次の分類レベルでは分類群が共通、しかし頻度は不均一
- 2) 細菌の構成と森林環境に明確な関係が見られない
- 3) 低頻度・環境特異的な種が非常に多い



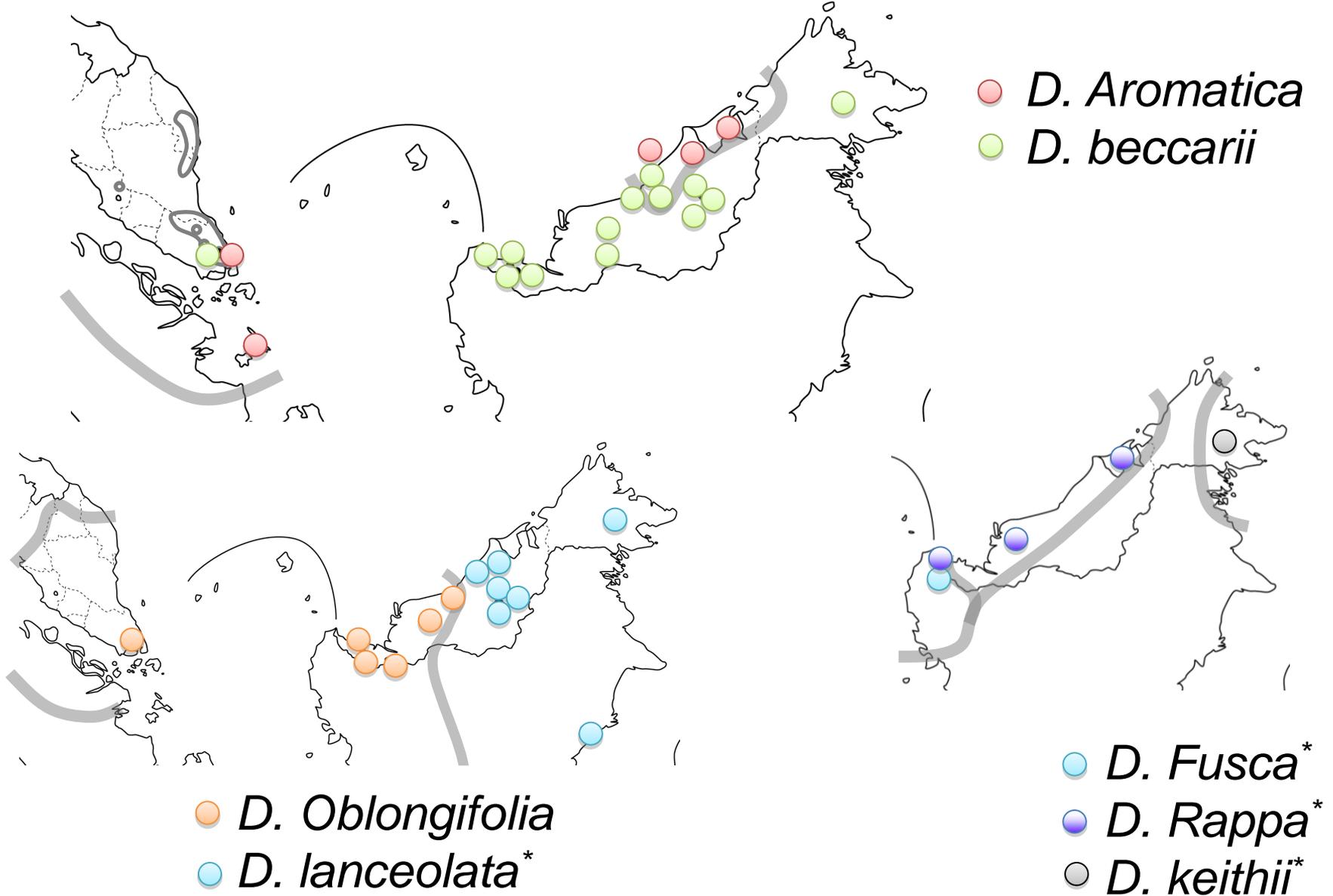
サブテーマ3

地域集団の解析と多様性保全を目指した造林

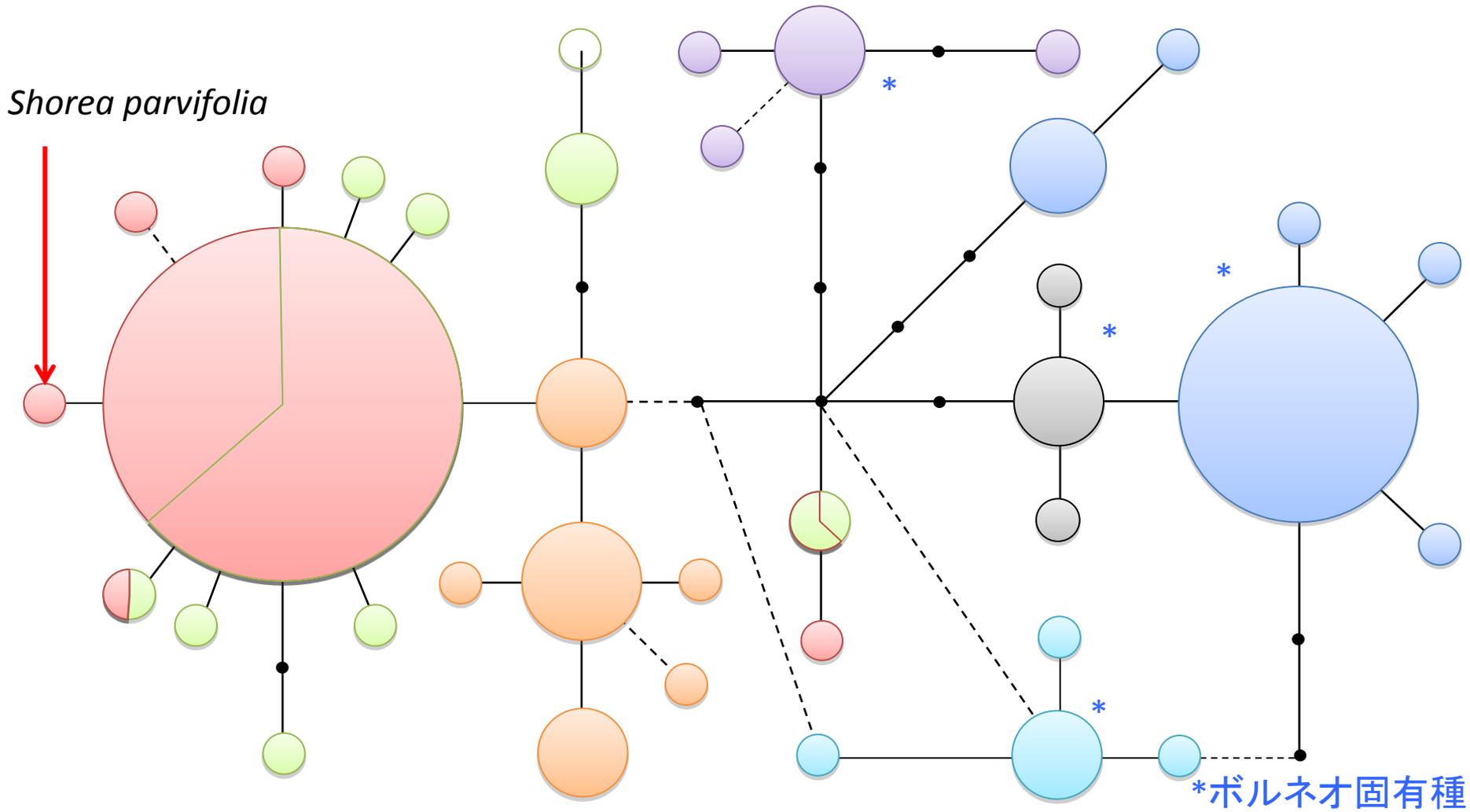
愛媛大学農学部 原田光・二宮生夫・嶋村鉄也

1. サバ・サラワクを中心にしたリュウノウジュ属の遺伝的変異
2. サバ・サラワクを中心にしたショレア属パキカルパ節の遺伝的変異
3. シンガポールにおけるフタバガキ科樹種の種間雑種の形成および遺伝的変異
4. マレー半島およびボルネオ島を中心にした*Shorea curtisii*の遺伝的変異
5. ジャワ・スマトラ島の絶滅危惧種*Shorea javanica*の遺伝的変異
6. ジャワ島の絶滅危惧種*Dipterocarpus littoralis*の遺伝的変異
7. モルッカ諸島のショレア属稀少種の遺伝的変異
8. ジャワ島・チーク人工林の遺伝的変異

リュウノウジュ属の遺伝的変異 (葉緑体、核遺伝子、マイクロサテライト)



葉緑体DNAハプロタイプネットワーク

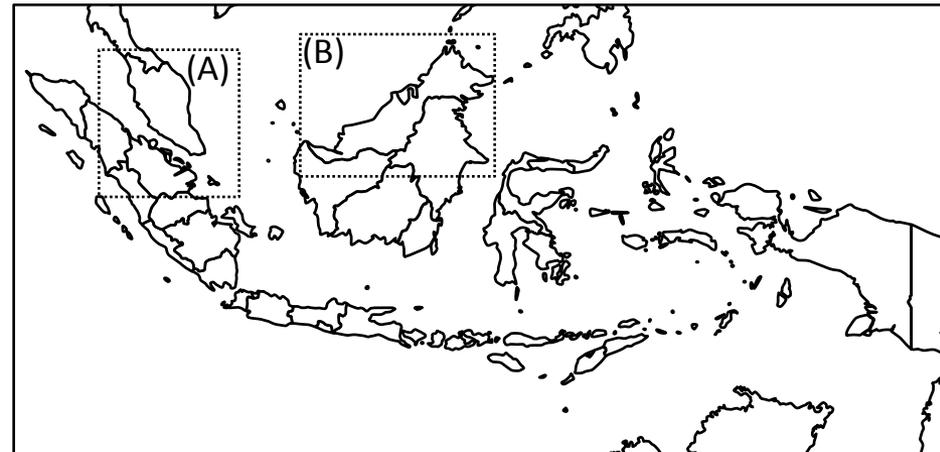
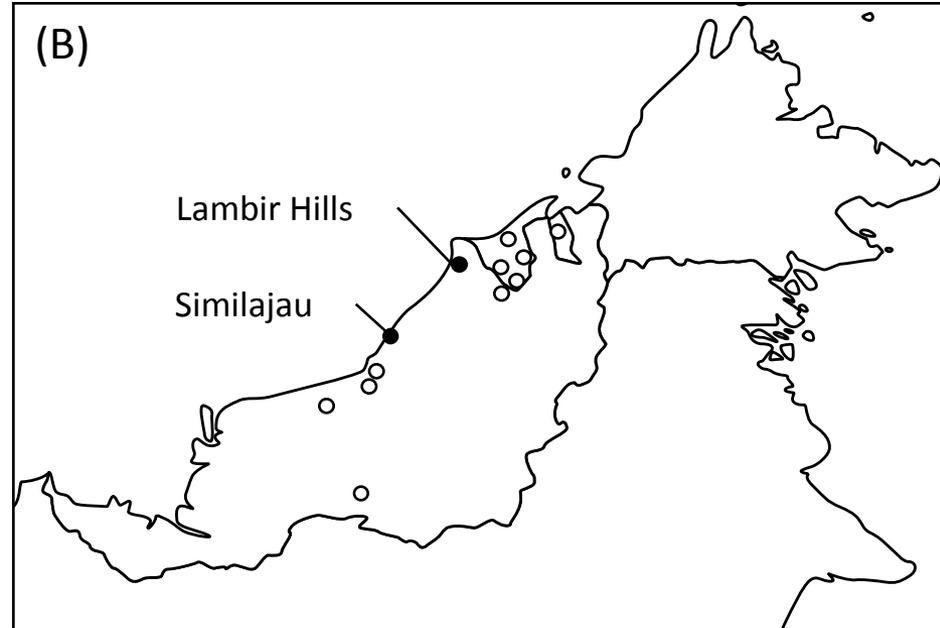
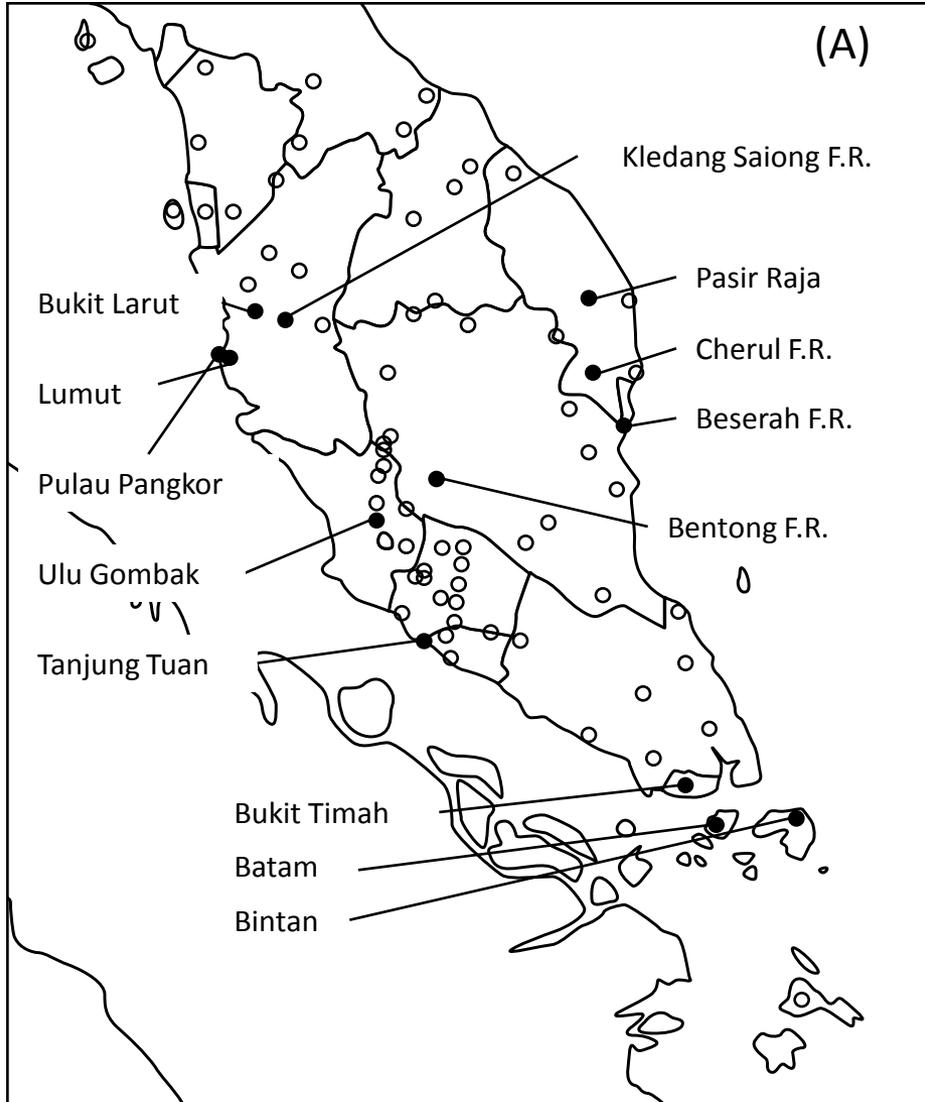


- | | | |
|---|--|--|
|  <i>D. aromatica</i> |  <i>D. beccarii</i> |  <i>D. lanceolata*</i> |
|  <i>D. oblongifolia</i> |  <i>D. rappa*</i> |  <i>D. fusca*</i> |
| | |  <i>D. keithii*</i> |

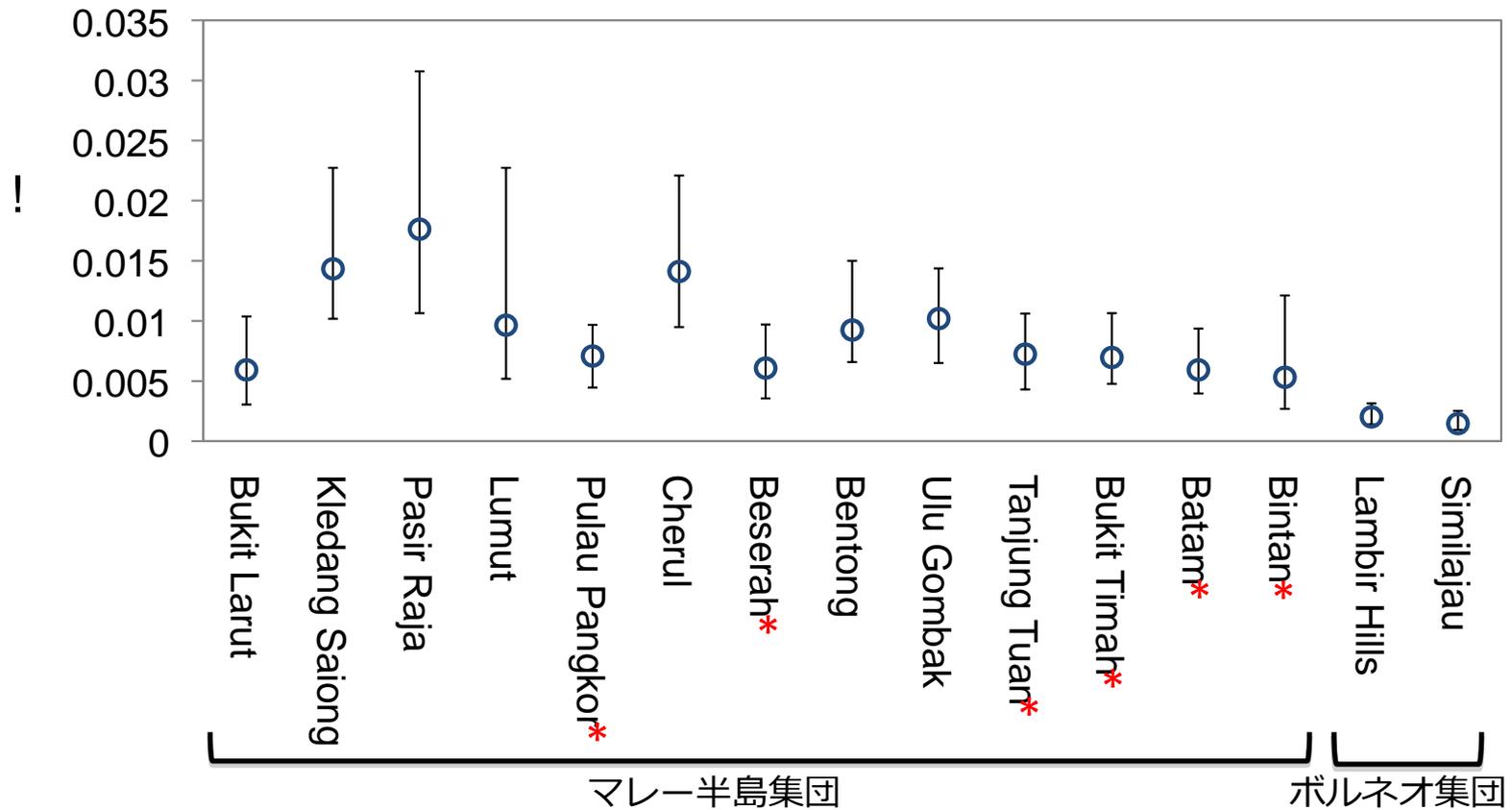
Shorea curtisii の遺伝的変異

マレー半島 13集団

ボルネオ 2集団



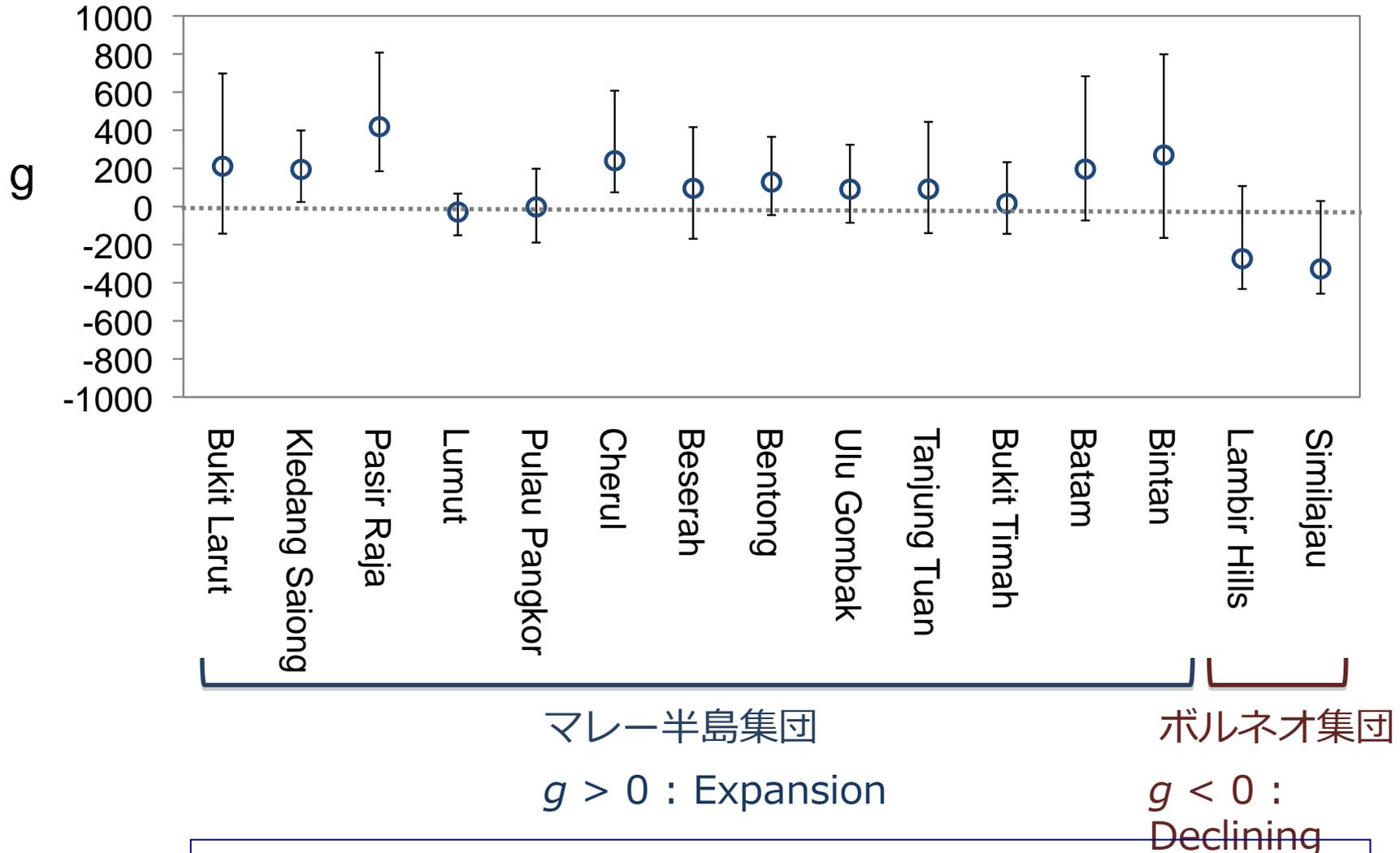
Shorea curtisii 各集団の塩基配列多様性 (核遺伝子配列)



マレー半島集団の平均 0.00921
 ボルネオ島集団の平均 0.00175
 $t = 2.6228, p = 0.0217$

マレー半島内陸林の平均 0.01159
 * マレー半島海岸丘陵林の平均 0.00644
 $t = 3.3739, p = 0.0132$

Shorea curtisii 集団サイズの変動 (Lamarck解析)



集団の増加率 (g) は集団レベルの適応度と見なすことができる

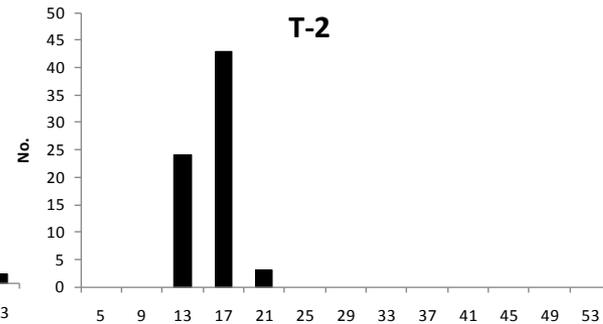
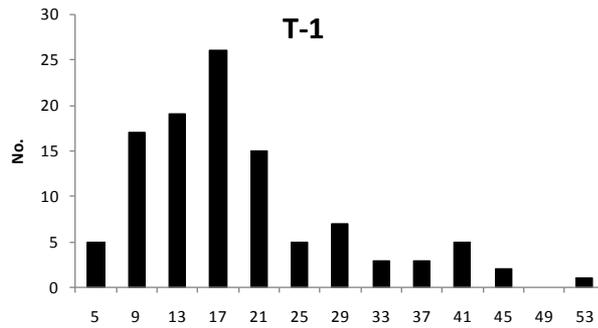
43年生人工林

23年生人工林

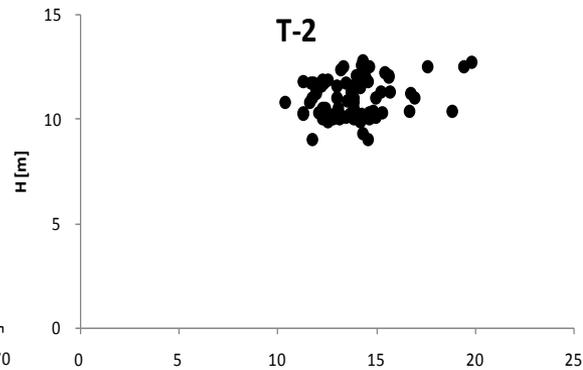
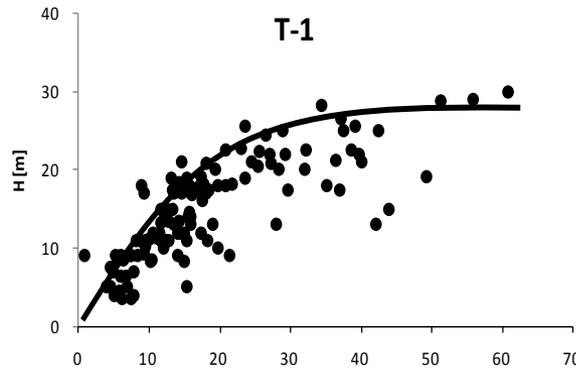
外観



胸高直径階分布



樹高と胸高直径の関係



胸高直径

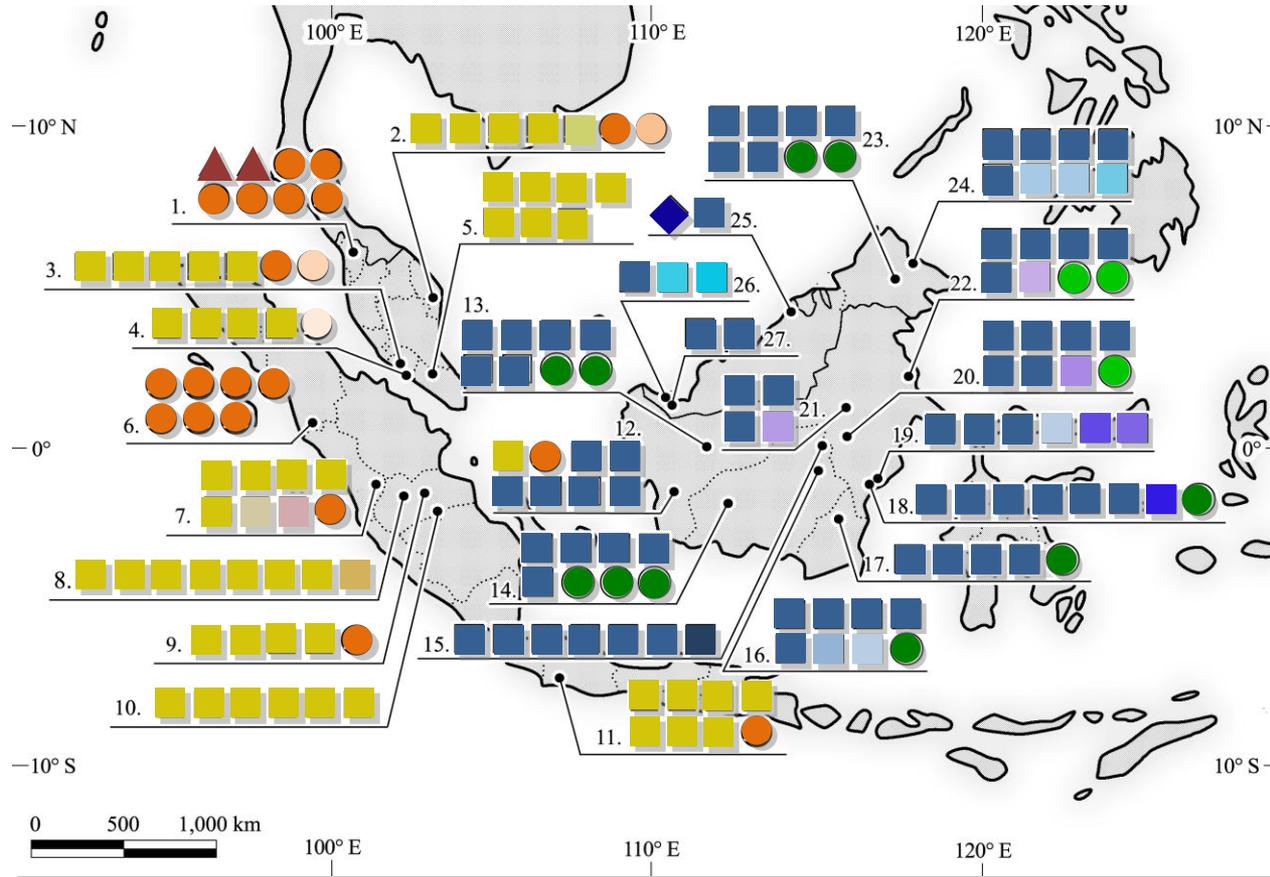
インドネシア、チーク人工林の遺伝的多様性

サブテーマ4：広域集団の解析

(森林総研 津村義彦)

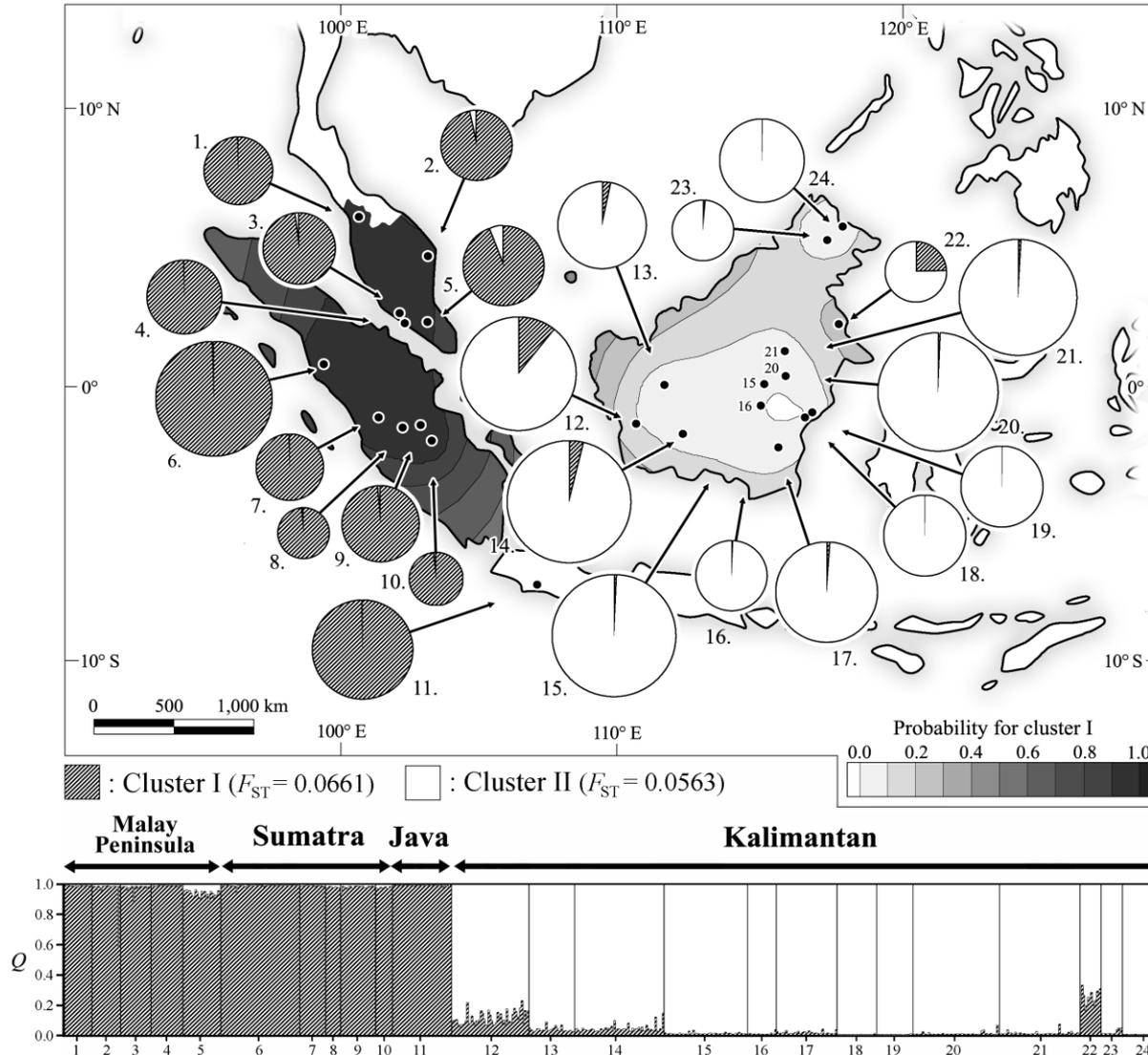
- フタバガキ科全体を網羅するEST（発現遺伝子）およびcpDNA（葉緑体DNA）マーカーを開発
- *Shorea*属広域分布集団について遺伝的変異の解析
 - 種識別DNAマーカー開発
 - 地域識別マーカー開発

Shorea leprosula における葉緑体 DNA ハプロタイプの分布



$$F_{ST} = 0.649$$

EST-SSR – Structure解析



サブテーマ5：稀少種・絶滅危惧種の解析 (フタバガキ)

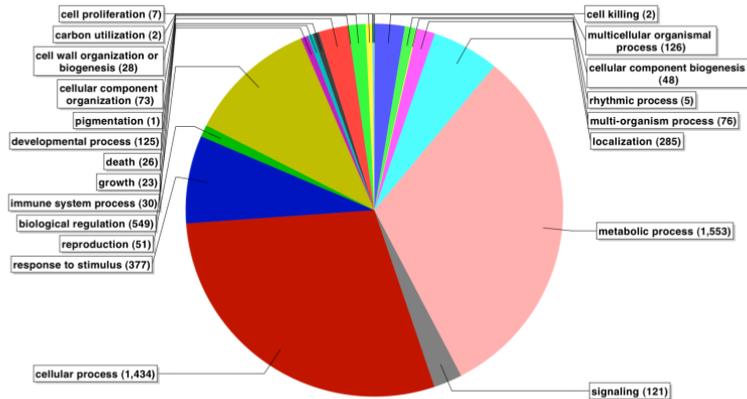
九州大学 Alfred E Szmidt



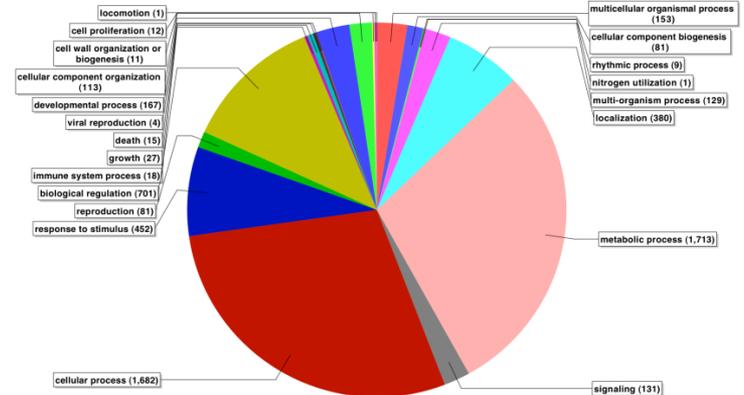
S. balangeran vs. *S. leprosula*



biological_process Level 2



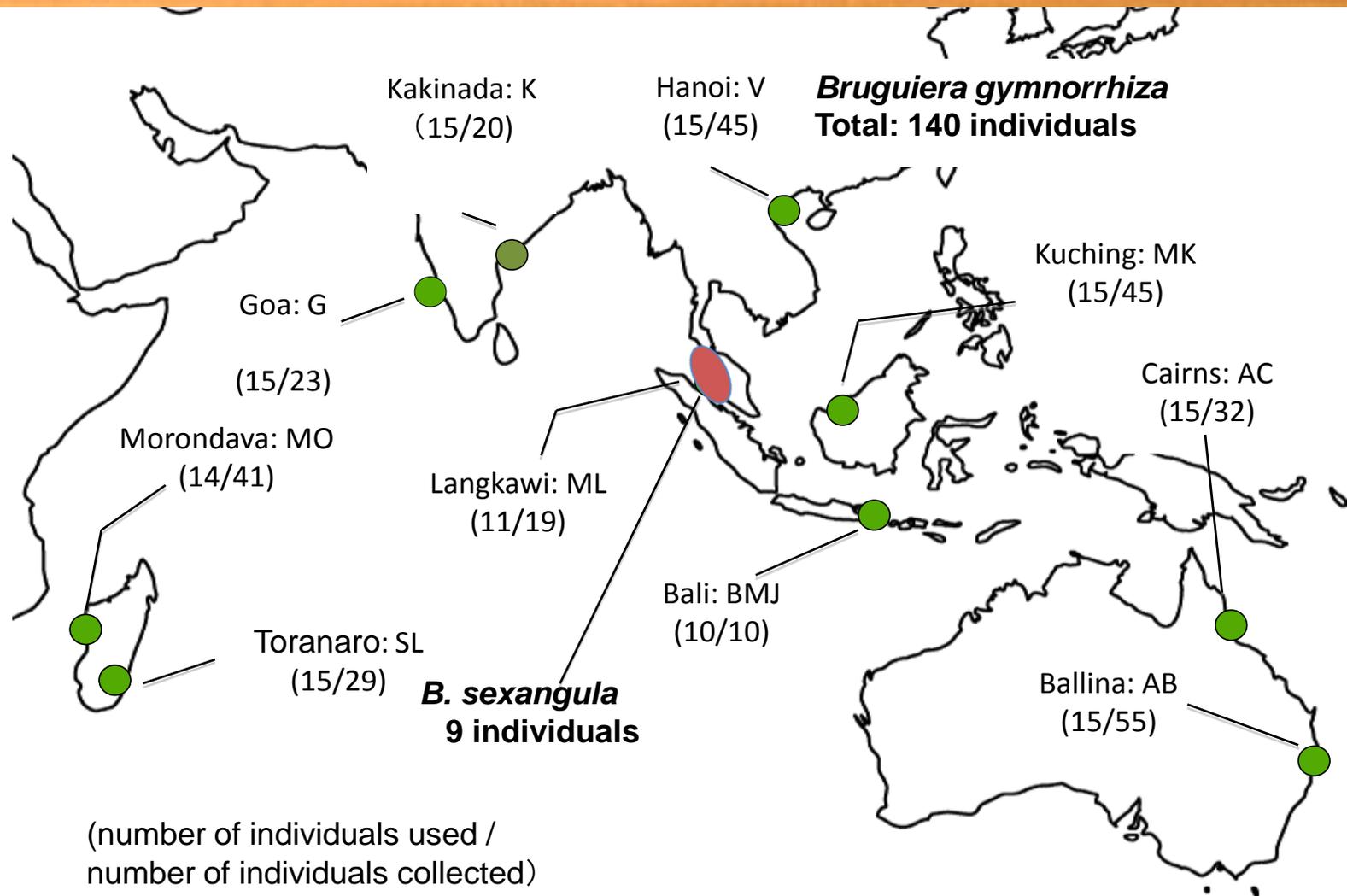
biological_process Level 2



EST メタトランスクリプトーム解析

サブテーマ6: 稀少種・絶滅危惧種の解析 (マングローブ)

福岡女子大学 小泉修・猪股伸幸・美濃部純子



Investigated gene region

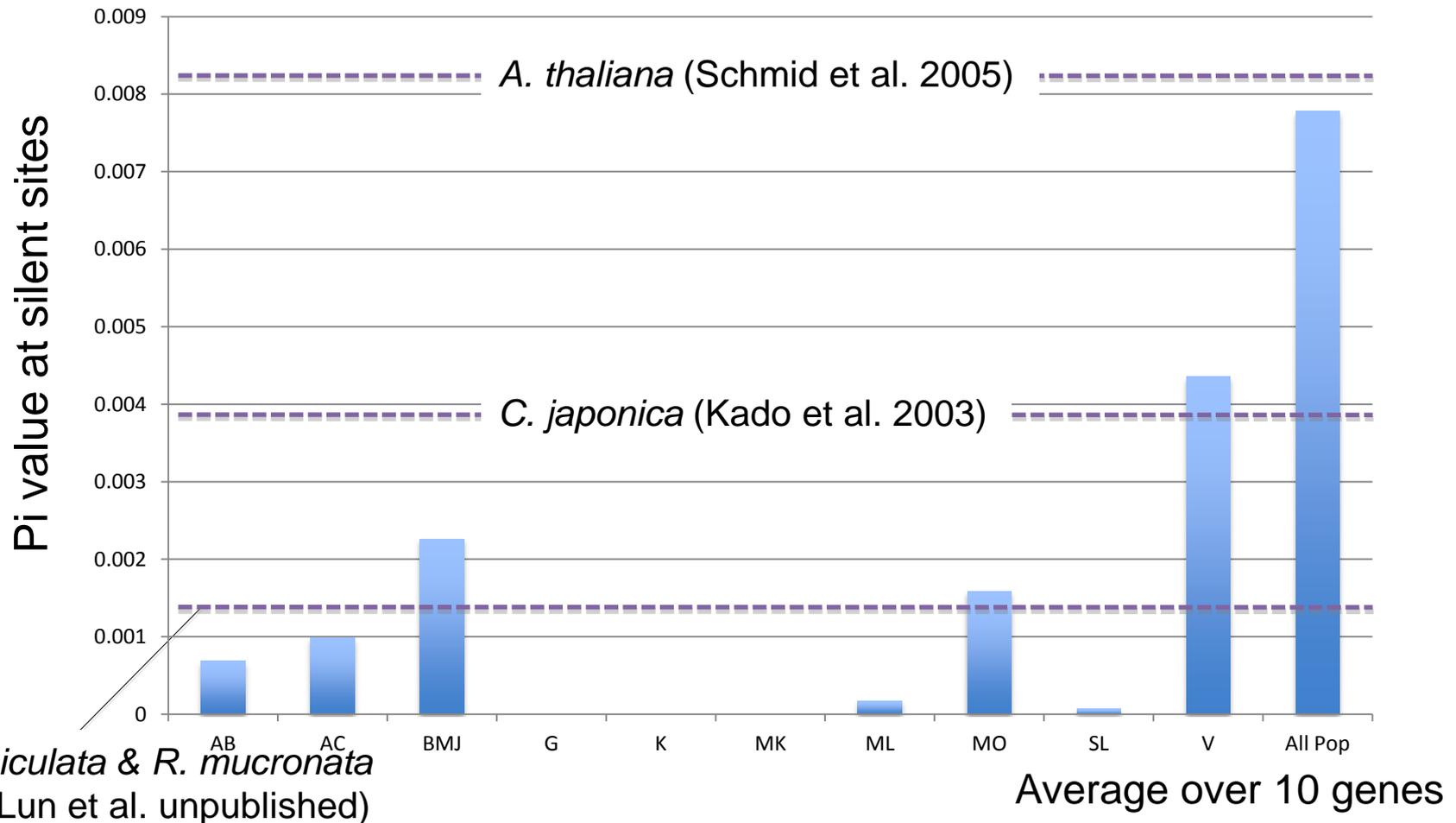
Nuclear gene, 10 regions: 5,295-bp (including gaps)

- ① **NAC**: *Ricinus communis* NAC domain-containing protein
- ② **VVHP**: *Vitis vinifera* hypothetical protein LOC100265888
- ③ **PO**: *Populus trichocarpa* polyamine oxidase
- ④ **GM**: *Glycine max* cDNA, clone
- ⑤ **SF**: *Vitis vinifera* similar to splicing factor
- ⑥ **EXP2**: *Petunia x hybrida* expansin-2
- ⑦ **UNK**: Unknown
- ⑧ **EPCRF**: *Ricinus communis* eukaryotic peptide chain release factor subunit
- ⑨ **mang-1**: mangrin
- ⑩ **PAL1**: phenylalanine ammonia-lyase gene

Chloroplast DNA region: 581-bp

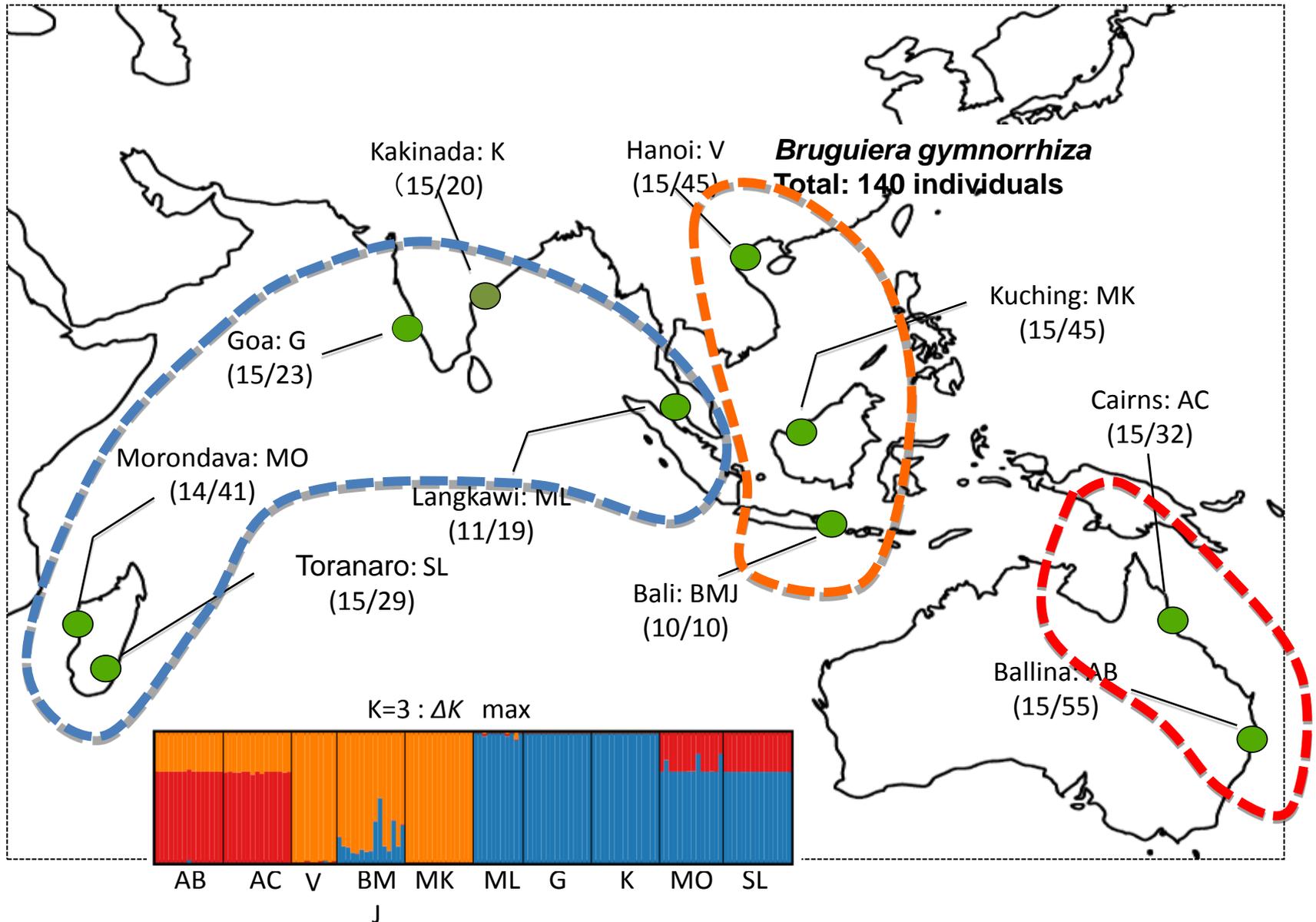
- ⑪ **trnSG**: trnS-trnG intergenic spacer

Nucleotide variation in each population



- 地域集団の遺伝的変異はばらつきが大きい
- 種全体の変異は大きい

Structure 解析により3つの大きなクラスターが見出された



サブテーマ7：稀少種・絶滅危惧種の解析 (マダガスカル方式による多様性を目指した造林)

(財)進化生物研究所 吉田 彰

目的

日本のNGOがマダガスカル南部乾生林において1991年から続ける住民参加型の自然林復元保全活動があり、その成果は高い評価を得ている。

本研究は、その実績と活動形態の特質を検証評価することにより、多様性保全を目指した造林手法の実践的なモデルの提唱を目的とする。

研究の内容

- I. 自然林再生
 - a. *Alluaudia procera*の植栽実績
 - b. シードボール法による種子発芽

- II. 住民の環境型ライフスタイルに向けて
 - a. 低環境負荷型産業の創出とその効果
 - b. 新産業がもたらした地域経済への効果

- III. 衛星画像を用いた活動効果の検証

新産業がもたらした地域経済への効果

No.	Family	Members of each Family			Kinds of livelihood and annual income of the each (Ariary)					Total
		Adult	Child	Total	Agriculture	Timber	Charcoal	Handicraft	Coffe shop	
1	Adiresy	1	5	6	0	0	0	180,000	0	180,000
2	Botovelo	2	1	3	30,000	0	20,000	0	0	50,000
3	Caroline	1	2	3	16,500	0	0	0	0	16,500
4	Celestin	2	1	3	15,000	0	288,000	0	0	303,000
5	Dama	2	3	5	0	72,000	0	0	0	72,000
6	Loharoake	2	14	16	0	0	0	1,200,000	0	1,200,000
7	Mahaletatse	2	1	3	0	48,000	0	0	0	48,000
8	Mahazomana	1	1	2	20,000	0	288,000	0	0	308,000
9	Maho Gistinne	1	4	5	15,000	0	0	0	0	15,000
10	Maka Voera	2	9	11	600,000	0	0	0	0	600,000
11	Mambotse	2	4	6	0	0	0	192,000	0	192,000
12	Manjolily	2	2	4	0	24,000	288,000	0	0	312,000
13	Mara Tsilakane	2	3	5	135,000	0	0	0	0	135,000
14	Massignadro	2	5	7	0	0	0	0	240,000	240,000
15	Mirizany	1	1	2	0	0	384,000	0	0	384,000
16	Miza Magnitsy	1	2	3	0	0	0	0	0	0
17	Monja Marolahy	2	2	4	0	0	0	180,000	0	180,000
18	Mosa	2	2	4	15,000	0	288,000	0	0	303,000
19	Mosa Tsiraike	2	2	4	20,000	0	288,000	0	0	308,000
20	Nolasoa Brigitte	1	5	6	0	0	0	0	0	0
21	Sambeazy	2	3	5	600,000	360,000	0	0	0	960,000
22	Sevatsara	1	3	4	0	0	0	0	0	0
23	Teveza	1	6	7	0	0	0	180,000	0	180,000
24	Toronjoe	1	3	4	15,000	0	0	0	0	15,000
25	Tsilova	2	3	5	20,000	0	288,000	0	0	308,000
26	Tsimangovotse	2	4	6	13,980	0	0	0	0	13,980
27	Tsionora	1	1	2	20,000	0	0	0	0	20,000
Total		43	92	135	1,535,480	504,000	2,132,000	1,932,000	240,000	6,343,480
Percentage					24.21%	7.95%	33.61%	30.46%	3.78%	100.00%

本研究の成果と環境政策への貢献

本研究の成果

- フタバガキを中心に集団の遺伝的多様性の程度を広範な種で明らかにした。
- フタバガキ科樹種の広範囲の遺伝子マーカーを開発
- 繁殖構造と集団の遺伝構造を相関を明らかにした
- 集団の適応的動態をとらえる方法を開発した

環境政策への貢献

- 遺伝構造を踏まえた保全すべき林分の線引きに関するコンセプトを提出
- 多様性保全を目指した造林のコンセプトを提出