

(報告)

河畔林における樹木の生育密度とその空間配置に関する研究

A STUDY ON TREE DENSITY AND SPATIAL PATTERNS IN RIPARIAN FORESTS

宮本 豊郎^{1,2}・奥山 瑛人^{1,3}・岩崎 理樹⁴ ¹北海道大学大学院工学院環境フィールド工学専攻 / ²現：電源開発株式会社 / ³現：株式会社KADOKAWA / ⁴北海道大学工学研究院



1. 背景・目的

- 河川植生の過度な繁茂は治水上の課題である。
近年では写真測量・レーザ測量による植生量の把握が行われている。
- 樹木の空間配置は渦形成など河川流れに影響を与えるといった知見もあるが、河川樹木の配置特性はほぼ把握されていない。

- LiDAR機材で樹木の点群を取得し、河畔林樹木の空間配置特性をポイントパターン分析により定量化。

2. 現地調査：調査場所

- 縦横断方向に河畔林が広がる河川
- 地形変化の少ない河畔林を調査
- 複数の遷移過程の河畔林



- 忠別川（北海道上川地方）

- グループ1
ひじり野大橋付近（推定林齢17年程度）
細葉ヤナギ類の一斉林

- グループ2
志比内橋付近（推定林齢20年強）
細葉ヤナギ類が優占する河畔林

- グループ4
大正橋付近（推定林齢37年程度）
複数樹種の混交林

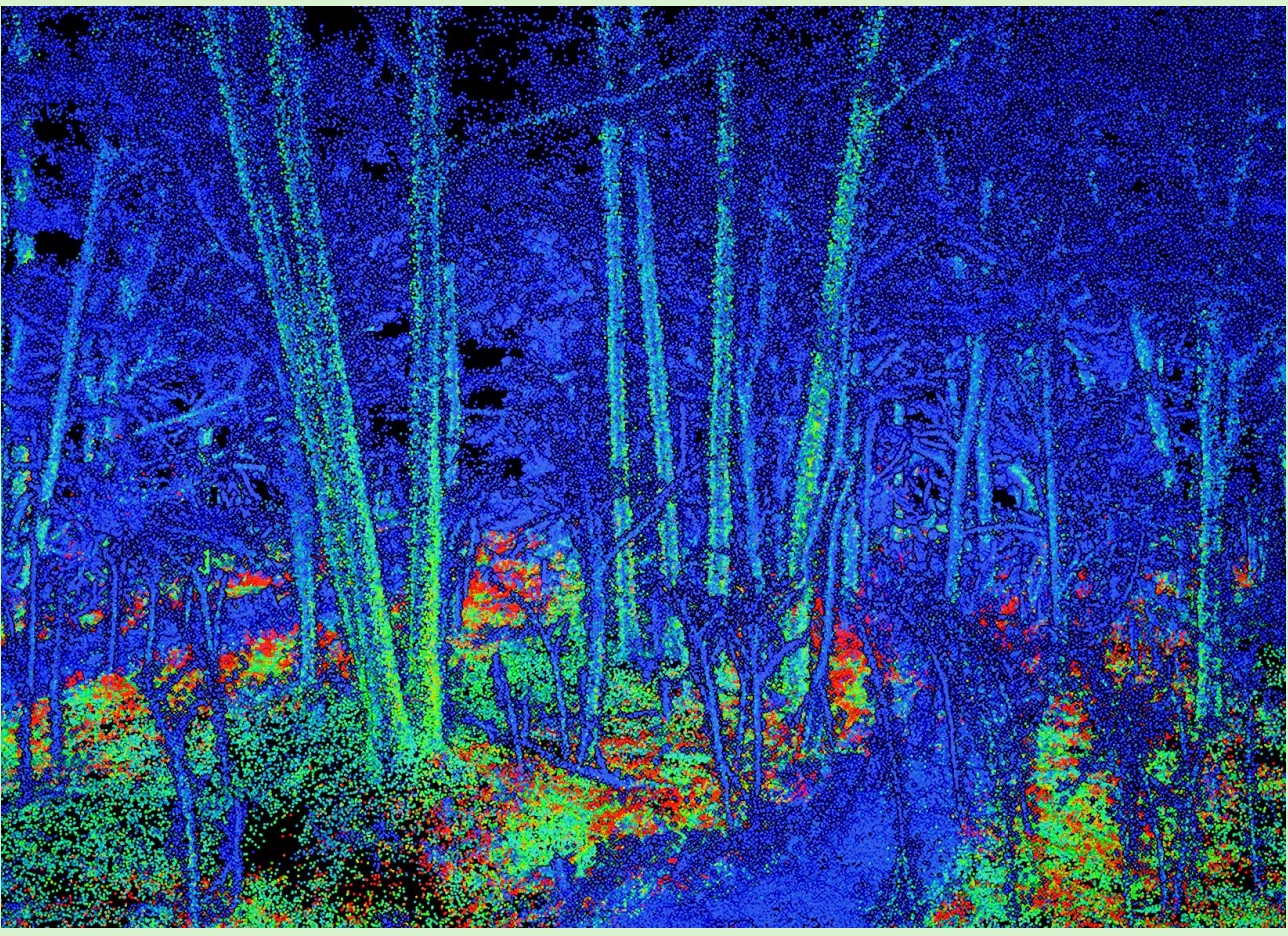
林齢
遷移過程

3. 調査手法・解析

- バックパック型LiDAR（Mapry社: LA03）による樹木の点群取得
※ネットワーク型RTK-GNSS（ichimill）
- Mapry社：Mapry PC2系を用いた立木検出
⇒樹木の位置情報，胸高直径の取得



Mapry社：LA03



取得した点群Mapry社：Mapry PC2系

4. 河畔林の樹木の配置

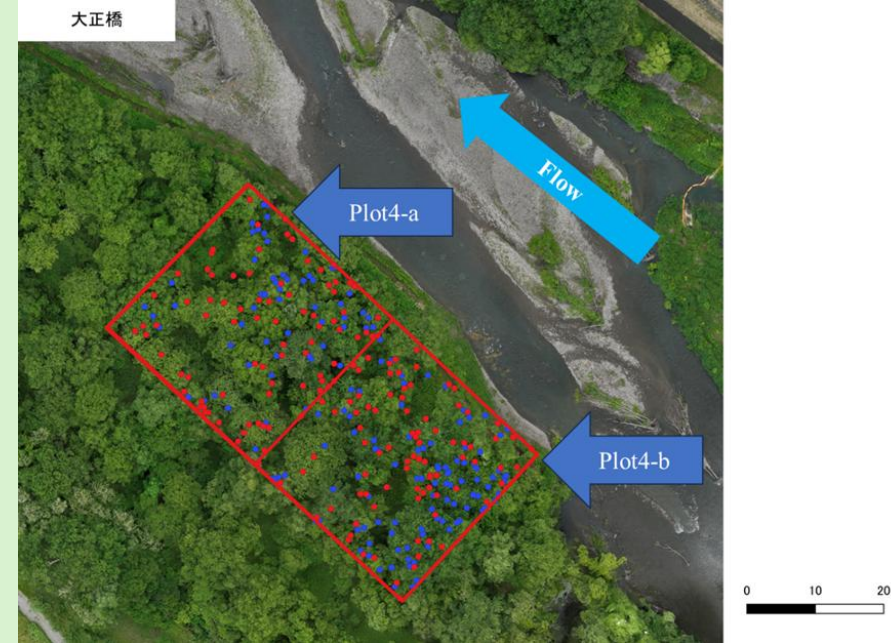


グループ1：細葉ヤナギ一斉林

グループ2：細葉ヤナギ優占の林



グループ3：ケショウヤナギ一斉林



グループ4：複数樹種の混交林

各グループの諸元（平均値）

	グループ1	グループ2	グループ3	グループ4
計測プロット数	3	2	3	2
林分高さ	10m程度	14m程度	16m程度	17m程度
植生	細葉ヤナギ類の一斉林	細葉ヤナギ類の優占林	ケショウヤナギの一斉林	細葉ヤナギ類
	ケヤマハンノキ	ハリエンジュ	ケヤマハンノキ	ケヤマハンノキ
	広葉ヤナギ類など	ケヤマハンノキなど	ニワトコなど	カバンキ属など混交
推定林齢	17年程度	18年以上	20年弱	37年程度
プロット面積	約25m四方の正方形	約25m四方の正方形	約29m四方の正方形	約45m四方の正方形
平均胸高直径	8.85cm	11.43cm	15.67cm	15.19cm
平均密度	0.487本/m ²	0.268本/m ²	0.139本/m ²	0.0781本/m ²
平均密生度	0.0431/m	0.0306/m	0.0217/m	0.0119/m

小 ← 個体サイズ → 大
大 ← 密度 → 小
大 ← 密生度 → 小

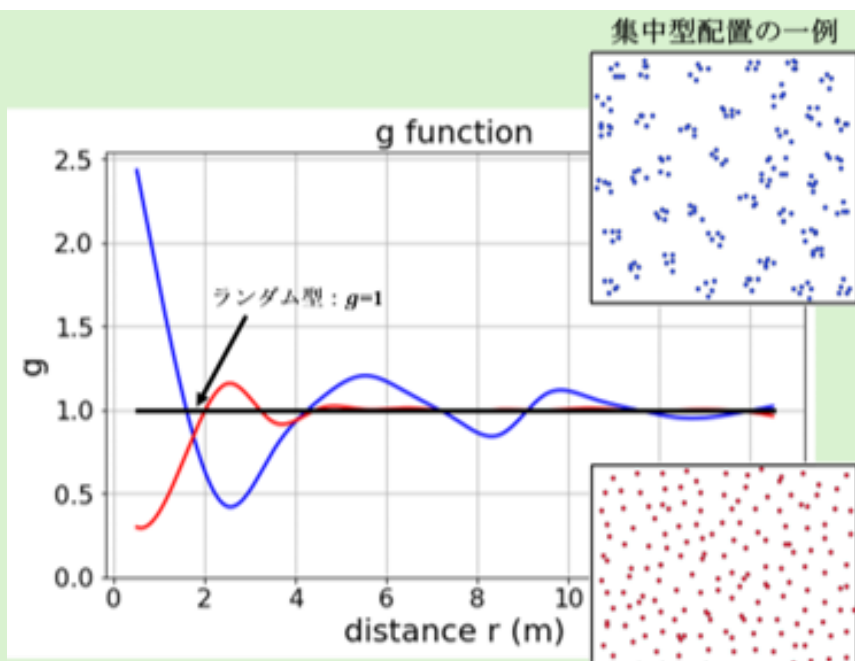
個体サイズが小さい河畔林ほど樹木の密度、密生度は大きかった

5. 分析手法（ポイントパターン分析）

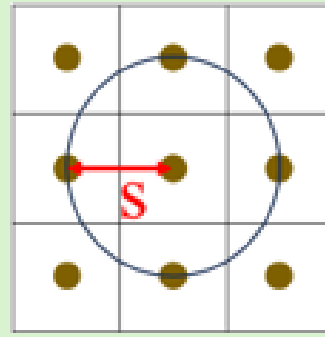
- a. g関数（プロット内の密度の偏りを定量化）

$$g(r) = \frac{\rho(r)}{\lambda^2}$$

- 距離 r 離れた任意の2点各近傍における生育密度の期待値の積 $\rho(r)$ をプロット内平均生育密度 λ の2乗で除したもの
- 右の図はプロット内に樹木が均一に配置したときに中心樹木から最近傍の樹木までの距離 $S (=1/\sqrt{\lambda})$ である。この範囲内での g 関数の大ピーク値、又は過小値の有無でその配置特性を判断した。



g関数のイメージ図



※もし、完全にランダムな配置であれば、円内の樹木は3.14本である。

- b. Nearest Neighbor 関数（プロット内の密度の偏りを可視化）

$$nn(k) = r$$

- 分析エリア内の任意の樹木から k 番目に近い樹木までの平均距離 r である。
- 右の図で半径 S 内での樹木の本数により、密度の具合を可視化した。

- c. r-mark Correlation 関数（近傍の樹木の胸高直径の把握）

$$k_m(r) = m$$

距離 r 離れた場所に存在する樹木の胸高直径の期待値。

6. のグラフは各プロットの平均で除したもの

- d. Mark Variogram 関数（胸高直径のばらつき具合の把握）

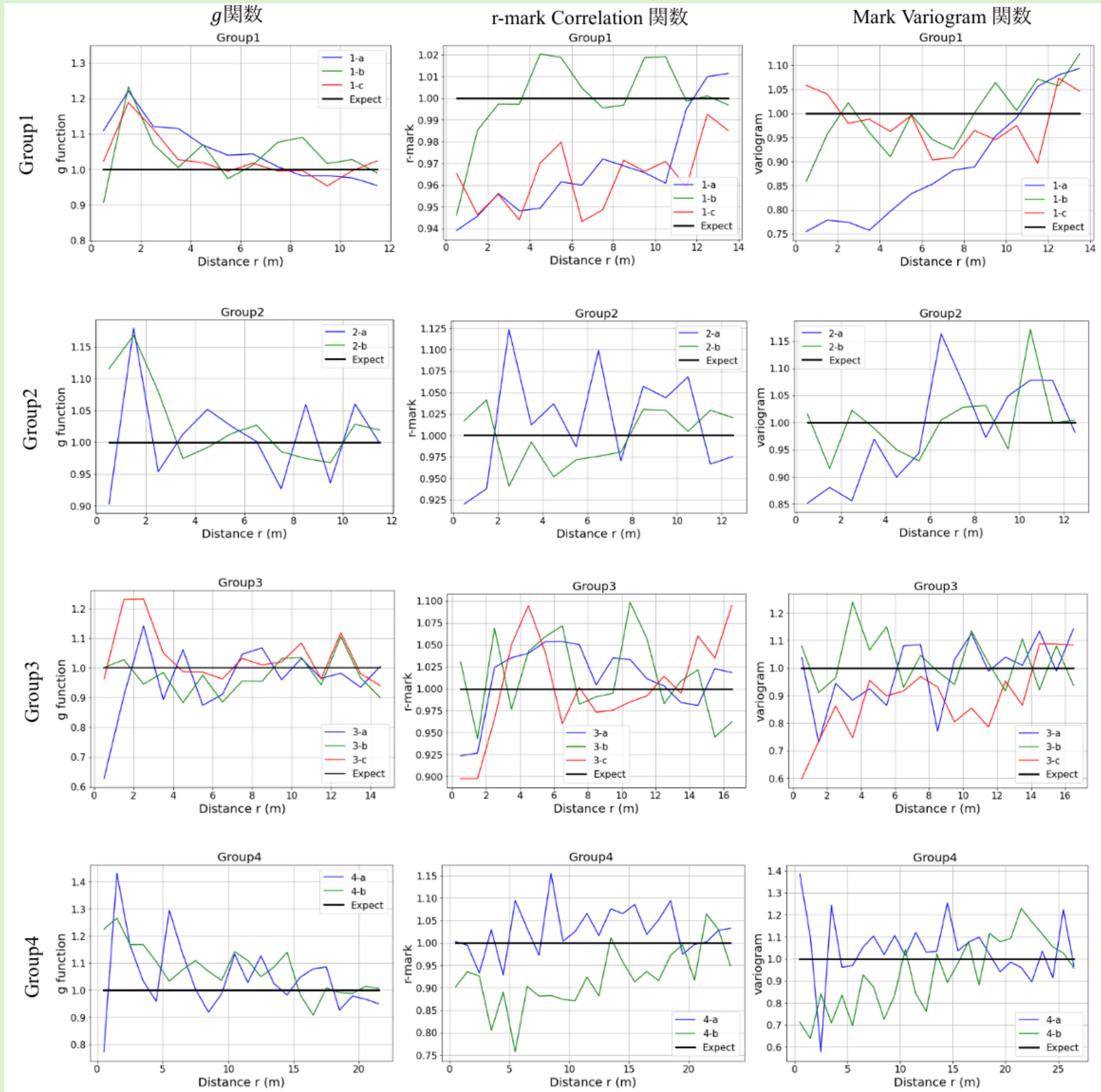
$$\gamma_w(r) = \frac{(m_i - m_j)^2}{2}$$

m_i は中心樹木の胸高直径であり、 m_j は距離 r 離れた位置に存在する樹木の胸高直径である。つまり、距離 r 離れた場所に存在する樹木どうしの類似性を示す。

6. のグラフは各プロットの平均で除したもの

※分析ソフトはProgramitaを使用

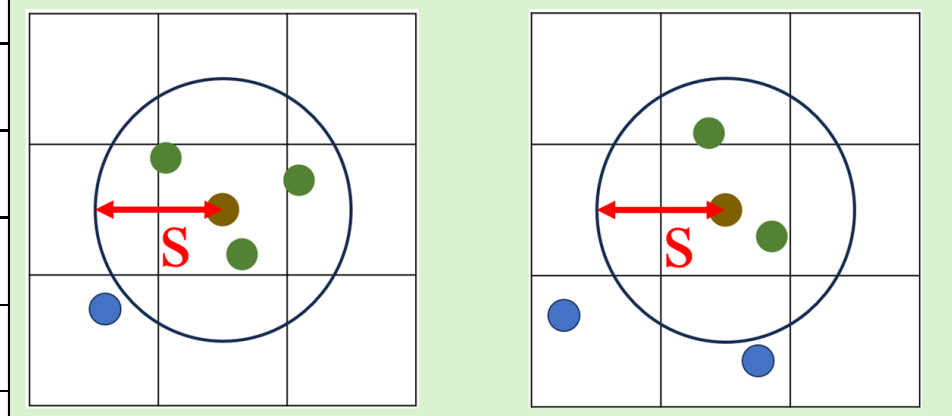
6. 分析結果



関数 a. c. d.の結果をまとめたもの（横向き：グループごと、縦向き：関数ごと）

関数 b.の結果を表にまとめたもの・配置特性ごとの密度の可視化

グループ・プロット名	1-a	1-b	1-c	2-a	2-b	3-a	3-b	3-c	4-a	4-b
分布特性	集中	集中	集中	集中	集中	間隔	ランダム	集中	集中	集中
一辺の長さ S (m)	1.281	1.700	1.413	1.961	1.910	2.752	2.851	2.485	3.780	3.414
1番目に近い樹木までの距離 (m)	0.752	0.971	0.831	1.024	0.995	1.659	1.586	1.452	1.954	1.722
2番目に近い樹木までの距離 (m)	1.034	1.413	1.152	1.540	1.405	2.329	2.314	1.954	2.896	2.523
3番目に近い樹木までの距離 (m)	1.266	1.749	1.383	1.949	1.748	2.872	2.911	2.390	3.693	3.243
4番目に近い樹木までの距離 (m)	1.456	2.020	1.604	2.276	2.074	3.275	3.438	2.718	4.306	3.775



集中型 一定間隔型とランダム型の配置
赤点：中心樹木 緑点：円の内側の樹木 青点：円の外側の樹木

- g関数 / Nearest Neighbor関数
グループ1,2,4は集中型，グループ3は一定間隔型，ランダム型あり
集中型は半径 S の円内に4本，一定間隔型とランダム型は3本
⇒集中型での密度の偏りが可視化

- r-mark Correlation関数 / Mark Variogram関数
近距離では小径同士，大小異径の配置あり。大径同士は配置しにくい

7. 今後の展望

- 計測・分析を継続し、遷移過程ごとの配置特性をより明確にしたい
- 水路実験にて配置特性による流体抵抗の変化，林内の流速分布とそれに伴う土砂の洗堀・堆積箇所の把握，流木の捕捉について検討したい

- これら把握はその後の河畔林遷移や伐採・間引き時における治水上適した樹木空間配置の検討へ資すると考えられる。