

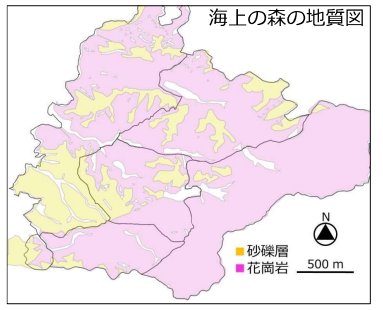


背景 | 海上の森の表層地質 3

砂礫層と花崗岩類に大別される(森山 2000)

	特徴	電解物質*
砂礫層	礫の大部分がチャート	溶出しにくい
花崗岩	風化により粘土鉱物生成	溶出しやすい

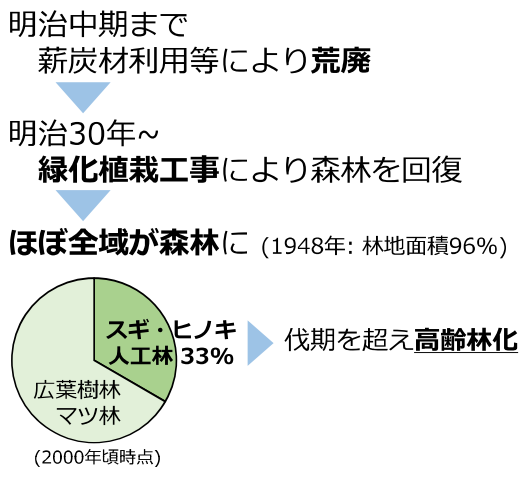
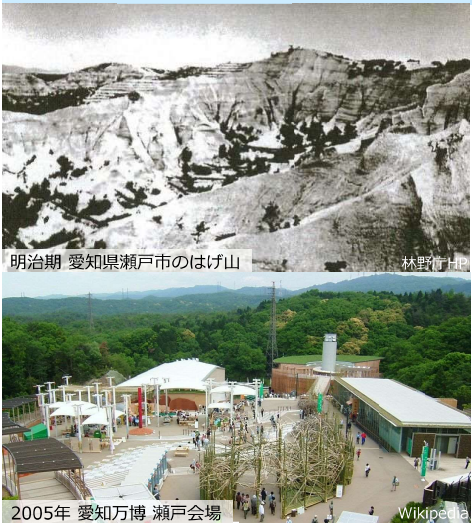
砂礫層土壌: せき悪な理化学性 (波田ほか 1999)



ヒノキ成長の違いが
視覚的に認められる

成長特性・土壌特性について定量的な比較はされていない

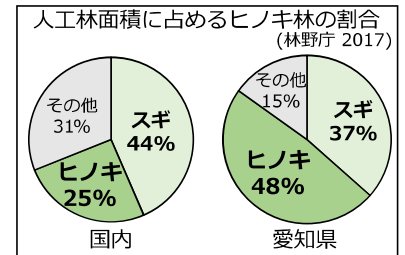
背景 | あいち海上の森 (あいち海上の森センター 2007) 2



目的 4

海上の森において 表層地質に着目して
高齡ヒノキ林の成長特性と 成長への影響要因を明らかにする

- 意義
- 日本の人工林の半分が主伐期 (50年生) を超えている
 - 人工林の高齡化に伴い 森林のCO₂吸収量減少 (林野庁 2022)



ヒノキ人工林の適切な管理・利用に貢献

調査地概要

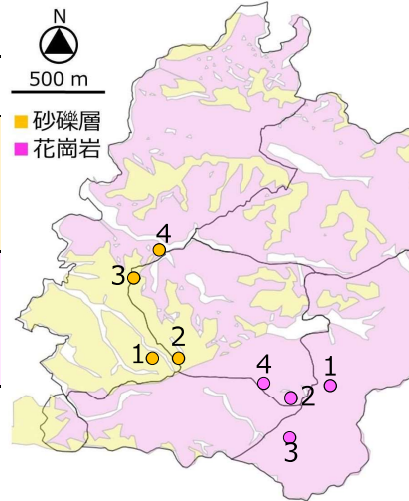
(表: 本研究で測定) 5

10m×10mの調査区画を設置

地質	区画番号	林齢(年)	立木密度(本 ha ⁻¹)	上層木立木密度(本 ha ⁻¹)*	傾斜(°)	斜面向き	斜面位置
砂礫層	1	119	2900	1600	20	北東	上部
	2	111	2300	1000	23	北東	上部
	3	110	2500	1500	22	東	上部
	4	112	2400	1400	16	北西	下部
花崗岩	1	111	1200	1200	23	北西	中部
	2	114	1000	1000	28	西	上部
	3	107	900	900	22	南西	下部
	4	111	1800	1800	11	西	上部

*樹高10m以上

条件: 林齢の近いヒノキ造林地
土壌攪乱の少ない場所



調査地概要

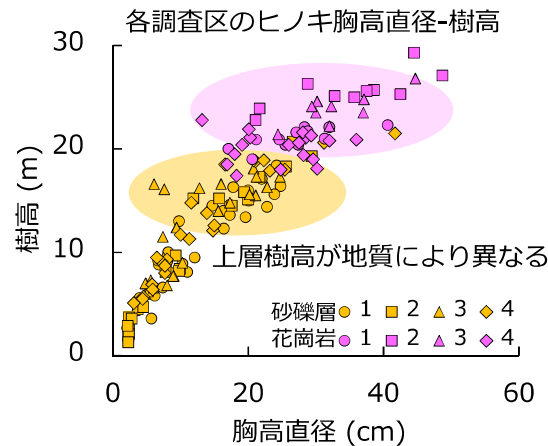
(表: 本研究で測定) 6

10m×10mの調査区画を設置

地質	区画番号	林齢(年)	立木密度(本 ha ⁻¹)	上層木立木密度(本 ha ⁻¹)*
砂礫層	1	119	2900	1600
	2	111	2300	1000
	3	110	2500	1500
	4	112	2400	1400
花崗岩	1	111	1200	1200
	2	114	1000	1000
	3	107	900	900
	4	111	1800	1800

*樹高10m以上

条件: 林齢の近いヒノキ造林地
土壌攪乱の少ない場所



方法 | 地上部成長

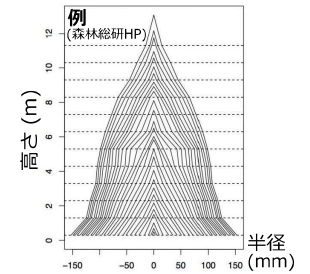
(測定円板数: 104枚) 7

各区画 上層樹高の平均的な個体を伐倒

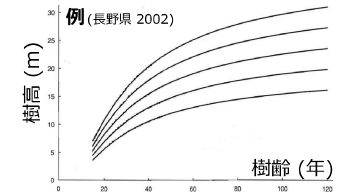
幹円板を0.0, 0.3, 1.3m, …(2m間隔)で採取(大隅 1987)



年輪幅測定装置で測定



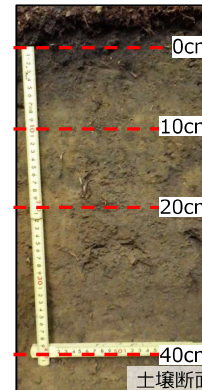
樹高成長曲線と樹幹解析図を作成



方法 | 土壌特性

(8区画×4断面×3深度=96試料をそれぞれ採取) 8

各区画四隅・ヒノキ樹幹から約1m離れた場所に土壌断面を作成



物理分析用試料



100mL採土円筒により定容積試料を採取



土, 礫, 有機物に分け
105℃で24時間乾燥し
重量測定

化学分析用試料



風乾中

礫など除去

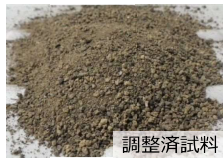


調整済試料

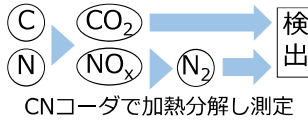
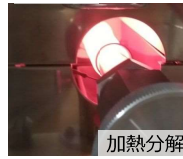
$$\text{容積重 (kg L}^{-1}\text{)} = \frac{\text{土の絶乾重量}-\text{礫と有機物の絶乾重量}}{\text{円筒の体積}-\text{礫と有機物の体積}}$$

方法 | 土壌化学特性

9



炭素・窒素濃度 (土壌のC・N蓄積量, 特にNは植物成長に必須の元素)



検出



交換性塩基濃度 (植物の成長に必須の陽イオン; Ca^{2+} Mg^{2+} Na^+)

1M酢酸アンモニウム溶液を用いて吸引る過
 $\rightarrow NH_4^+$ で 土壌中の**交換性陽イオン**を置換抽出
 \rightarrow ICP発光分光分析により Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ の濃度測定

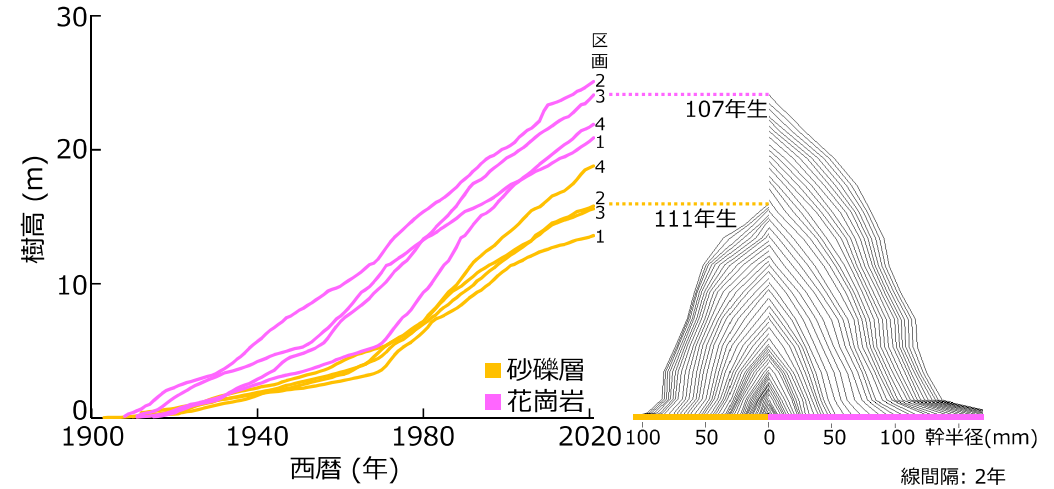
陽イオン交換容量 (CEC) (土壌の陽イオン保持能力)

塩化ナトリウム溶液を用いて吸引る過
 $\rightarrow Na^+$ で 土壌に吸着した NH_4^+ を置換抽出
 \rightarrow 簡易インドフェノール法で呈色し
 分光光度法により NH_4^+ 濃度測定
 (荒川ほか 2003)

(Peech法; 土壌養分測定委員会 1997)

結果と考察 | 地上部成長

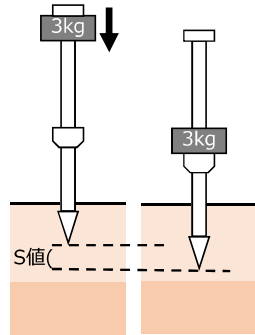
11



方法 | 土壌物理特性 (SH型土壌貫入試験) (8区画×9点=72点で測定)

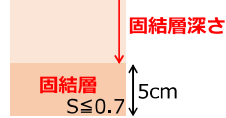
10

土壌の硬さを深部まで 深さ方向に連続的に測定→**固結層深さ**算出



S値 (cm drop ⁻¹)	判定(根の侵入可否)
0.7以下	多くの根が侵入困難
0.7~1.0	根系発達に阻害あり
1.0~1.5	根系発達阻害樹種あり
1.5~4.0	根系発達に阻害なし
4.0より大	// (支持力低下 乾燥)

(長谷川 2006)

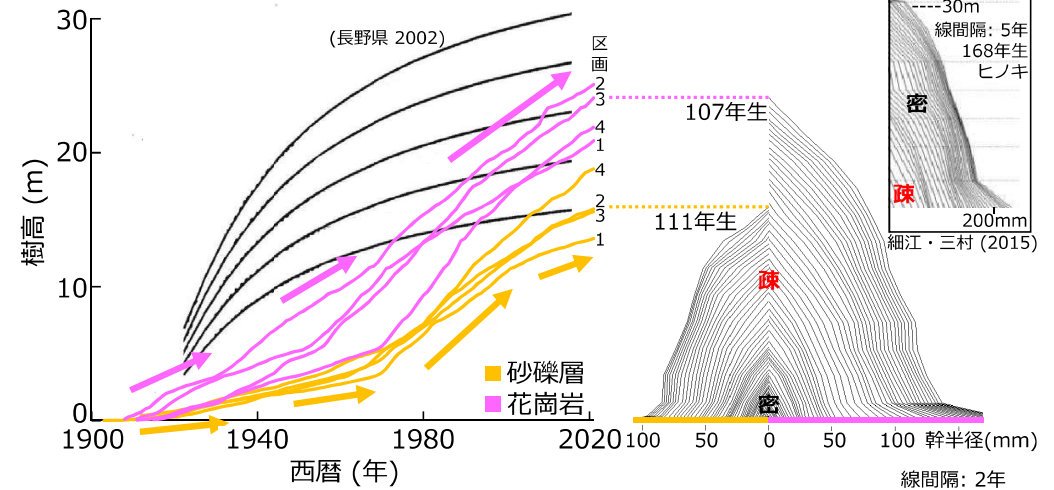


3kg落錘での打撃を繰り返す
 毎回の貫入量=S値 (cm drop⁻¹)を記録
 試験終了: 深度1.5m到達 or S値0.3未満が10回連続

新田ほか (2021)に従い
S値0.7以下が5cm以上続いた場合を固結層と定義しその深さを算出

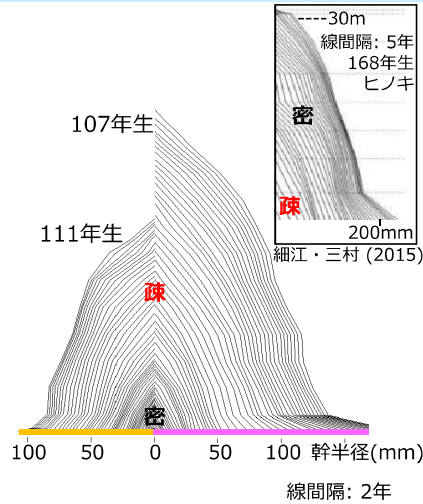
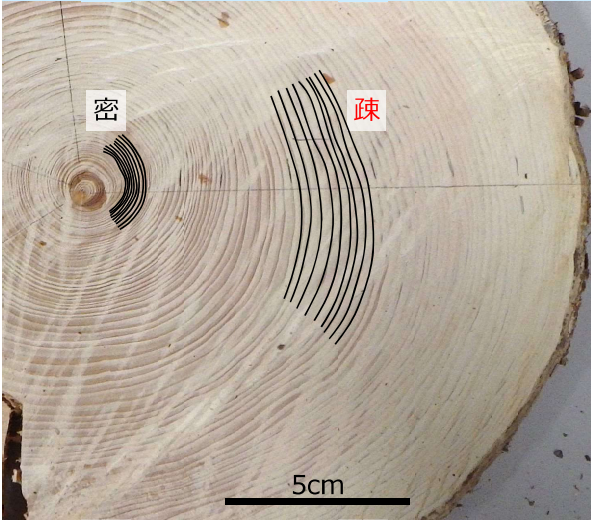
結果と考察 | 地上部成長

12



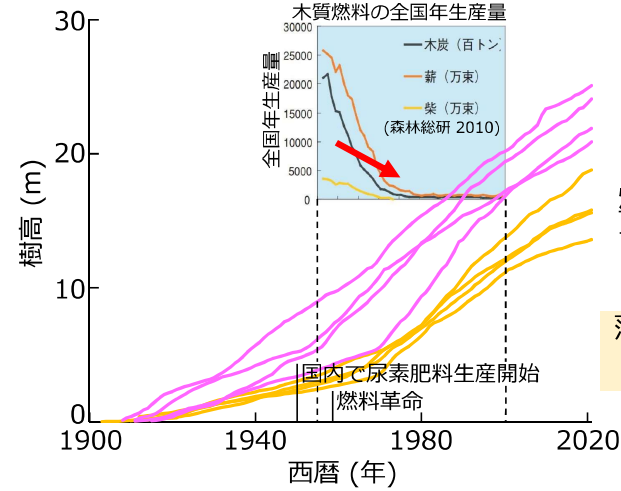
結果と考察 | 地上部成長

13



結果と考察 | 土壌蓄積と成長改善

15



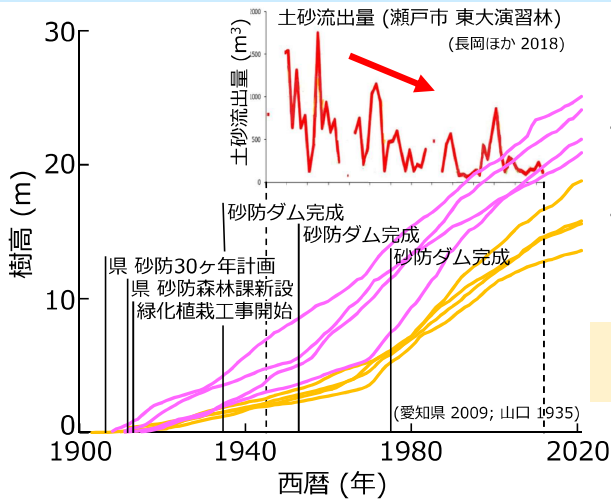
1900年頃までに荒廃
 ・伐採 (薪炭材用)
 ・落葉落枝採取 (肥料用)
(あいち海上の森センター 2007)

燃料革命と化学肥料の普及
 → (はげ山・崩壊裸地の終焉)
(あいち海上の森センター 2007)

落葉落枝等の採取減少により
 土壌の蓄積が促進された

結果と考察 | 地上部成長

14



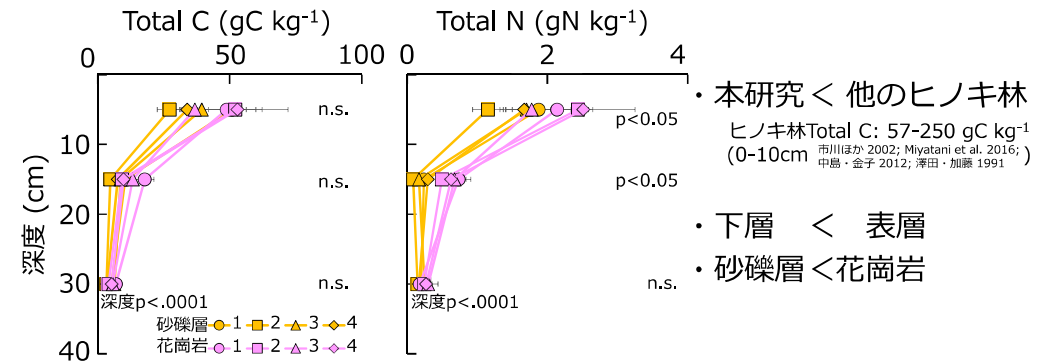
・**緑化工事・砂防工事の進行**
(愛知県 2009; 山口 1935)

・**土砂流出量の減少**
(長岡ほか 2018)

土砂流出の減少により
 土壌の蓄積が進んだ

結果と考察 | 土壌炭素・窒素濃度

mean±SE (n=4) 16

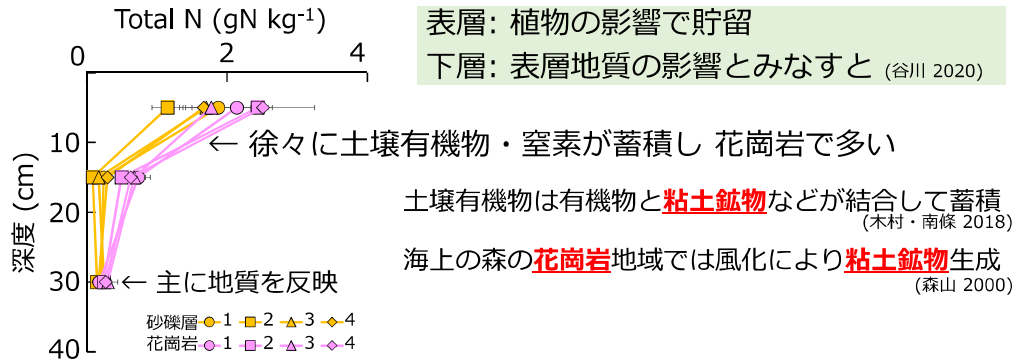


・本研究 < 他のヒノキ林
 ヒノキ林 Total C: 57-250 gC kg⁻¹
(0-10cm 市川ほか 2002; Miyatani et al. 2016; 中島・金子 2012; 澤田・加藤 1991)

・下層 < 表層
 ・砂礫層 < 花崗岩

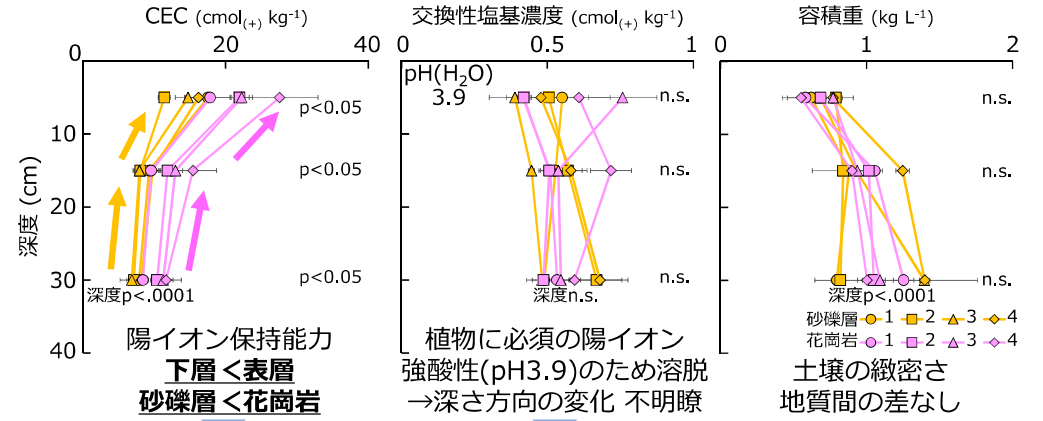
土壌有機物・窒素は 少ないものの蓄積傾向

結果と考察 | 土壌炭素・窒素濃度 17



花崗岩地域は 砂礫層と比べて
土壌有機物が蓄積しやすい環境だったと推察される

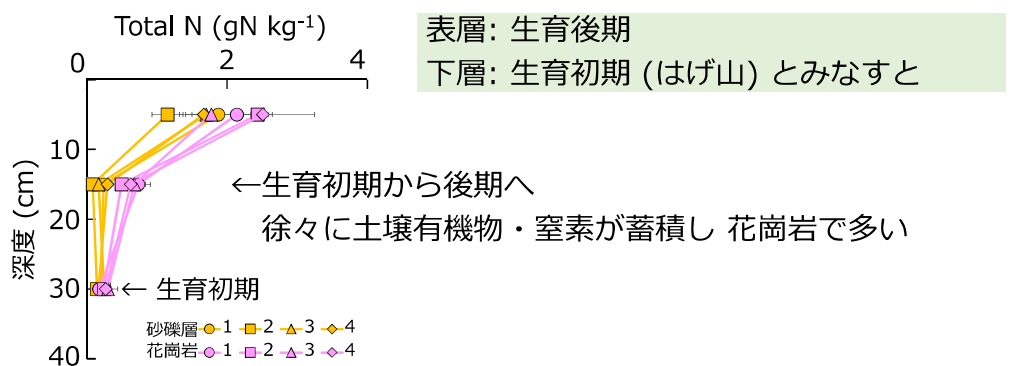
結果と考察 | 土壌特性 mean±SE (n=4) 19



土壌有機物蓄積を反映 現在 塩基は蓄積されていない ↔ ヒノキは成長

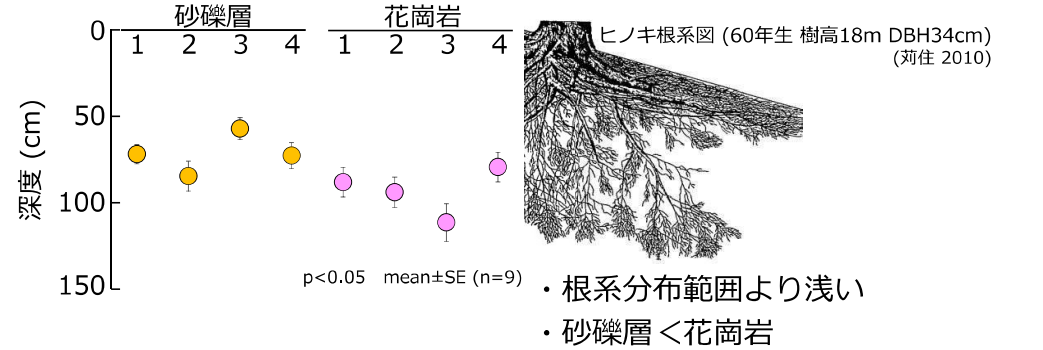
※CEC: 粘土鉱物や有機物により発現 (松中 2019)

結果と考察 | 土壌炭素・窒素濃度 18



土壌有機物は生育初期から後期にかけて蓄積し
花崗岩で蓄積スピードが速かった

結果と考察 | 固結層の深さ 20

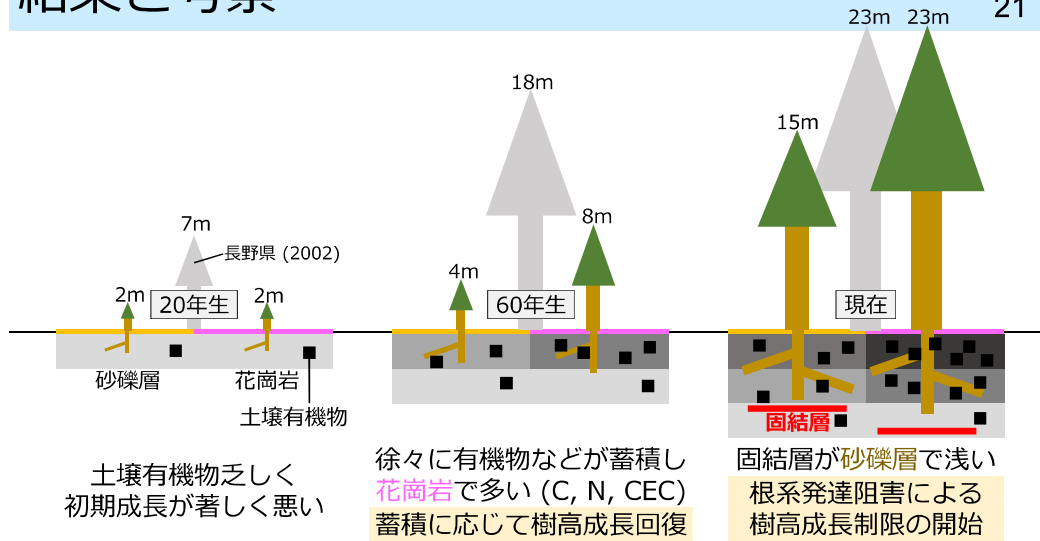


樹木の根の最大深さは樹体成長とともに深くなる (佐藤 1995)
土壌硬度が高いと根系の成長が阻害され 地上部成長も悪くなる (北村・野田坂 1974) (長谷川 2006)

根系発達阻害 → 砂礫層で成長後期の樹高成長を制限している可能性

結果と考察

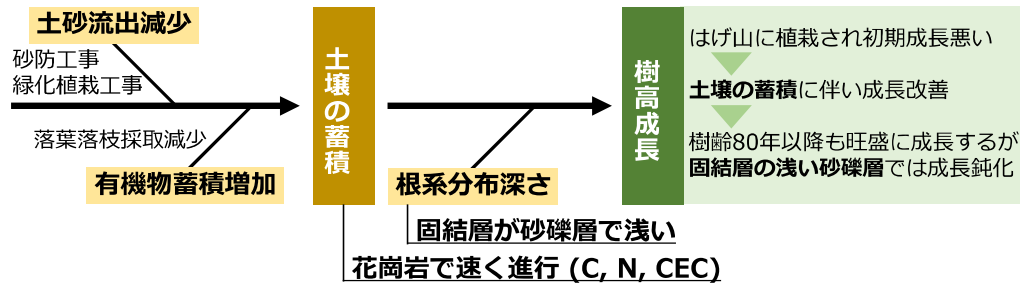
21



まとめ

22

海上の森において 表層地質に着目して
高齡ヒノキ林の成長特性と 成長への影響要因を明らかにする



謝辞

あいち海上の森センター, あいち海上の森フォーラム, 愛知県,
谷川東子准教授, 渡邊彰教授, 中川弥智子准教授, 中塚武教授, 佐野雅規特任准教授,
生命農・植物土壌システム研究室のみなさま