

Effect of Canopy Structure on  
Degree of Asymmetry of  
Competition in Two Forest Stands in  
Northern Japan

Kihachiro Kikuzawa and Kiyoshi Umeki

*Annals of Botany* 77:565-571, 1996

# この論文を選んだ理由

- Yokozawa and Hara(1992)の式を使った個体間競争の評価
- 変動係数(CV)の変化傾向と競争の関係の解析
- 樹種による競争の違いの評価

※変動係数:データのバラツキ具合を要約する値

# Introduction

## 非対称的競争(一方向的競争)

→ 大きい個体のみが小さい個体に影響する競争

## 対称的競争(二方向的競争)

→ 隣接する全ての個体が影響する競争

- 競争の非対称度(the degree of asymmetry)は林分動態に大きく影響
- 非対称度が大きいと、強いサイズ階層を導き、攪乱に対して安定したサイズ構造、種の共存を抑制する
- 一般に、光の競争は一方向的(=strong asymmetry)、地下資源の競争は二方向的(=strong symmetry)

小さい個体は、大きい個体の樹冠の低い部分への光を遮る

→ 光の競争も実際は完全な一方向ではない  
個体の樹冠形と林分の林冠構造は競争の非対称度と関係している

(Yokozawa and Hara, 1992)

ダケカンバ天然林とドイツトウヒ人工林  
という樹冠形の異なる2林分で、林冠構造と  
非対称度を推定する

# Materials and Methods

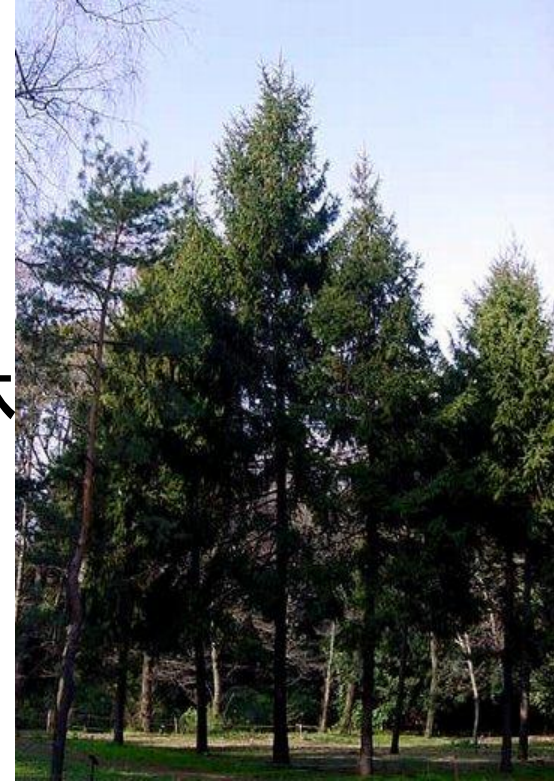
# ダケカンバ林

- 北海道当別のダケカンバ林
- 1971年のかき起こし跡地
- 1981年に2プロット設置(0.01ha)
- 1プロットでは強度の間伐がなされ、もう1プロットは無間伐(1900, 26800本/ha)
- 1984～1992年まで2年ごとに測定
  - 樹高
  - 胸高直径
  - 枝下高



# ドイツウヒ林

- 北海道森林総合研究所の研究林
- 1961年に植栽
- 1982年に6プロット設置(0.099ha)
- さまざまな強度の間伐  
(495,1060,1505,2000,2384,2687本/ha)
- 1982と1986年に測定
- 測定項目はダケカンバ林と同じ





# Degree of asymmetry of competition

- サイズの不均一性を変動係数(CV)によって評価
- この論文では、幹材積を個体のサイズとする  
広葉樹(Kikuzawa, 1988)

$$V=0.2004(d^2h)^{0.8063}$$

ドイツウヒ(Nakajima, 1943)

$$V=0.0000892(100d)^{0.8063}0.9935^{(100d)}$$

Yokozawa and Hara (1992)の式

$$G(t,w)=w[a_0-a_1w^m-c_1C(t,w)-c_2C(t,w_0)]$$

$G(t,x)$ :時間 $t$ での重量 $w$ の個体の平均成長率

$C(t,w)$ :時間 $t$ での重量 $w$ より大きい個体の

胸高断面積合計に比例

$w_0$ :最小個体重量

$a_0, a_1, m, c_1, c_2$ :定数

$$C(t, w) = \int_w^{w_{\max}} x^2 f(t, x) dx$$

→ 個体重  $w \sim w_{\max}$  の個体のDBH<sup>2</sup>の合計値

$f(t, x)$ : 時間  $t$  でのDBH =  $x$  の密度分布式

$C(t, w)$ : 非対称競争の影響を示す関数

$C(t, w_0)$ : 対称競争の影響を示す関数

この論文では、以下のモデルを使用

$$G(t,v)=v[a_0-a_1\ln v-c_1C(t,v)-c_2C(t,v_0)]$$

$v$ : 幹材積

競争の非対称度の度合いは係数 $c_1, c_2$ の  
有意性によって評価

# Results

Density and change in mean size

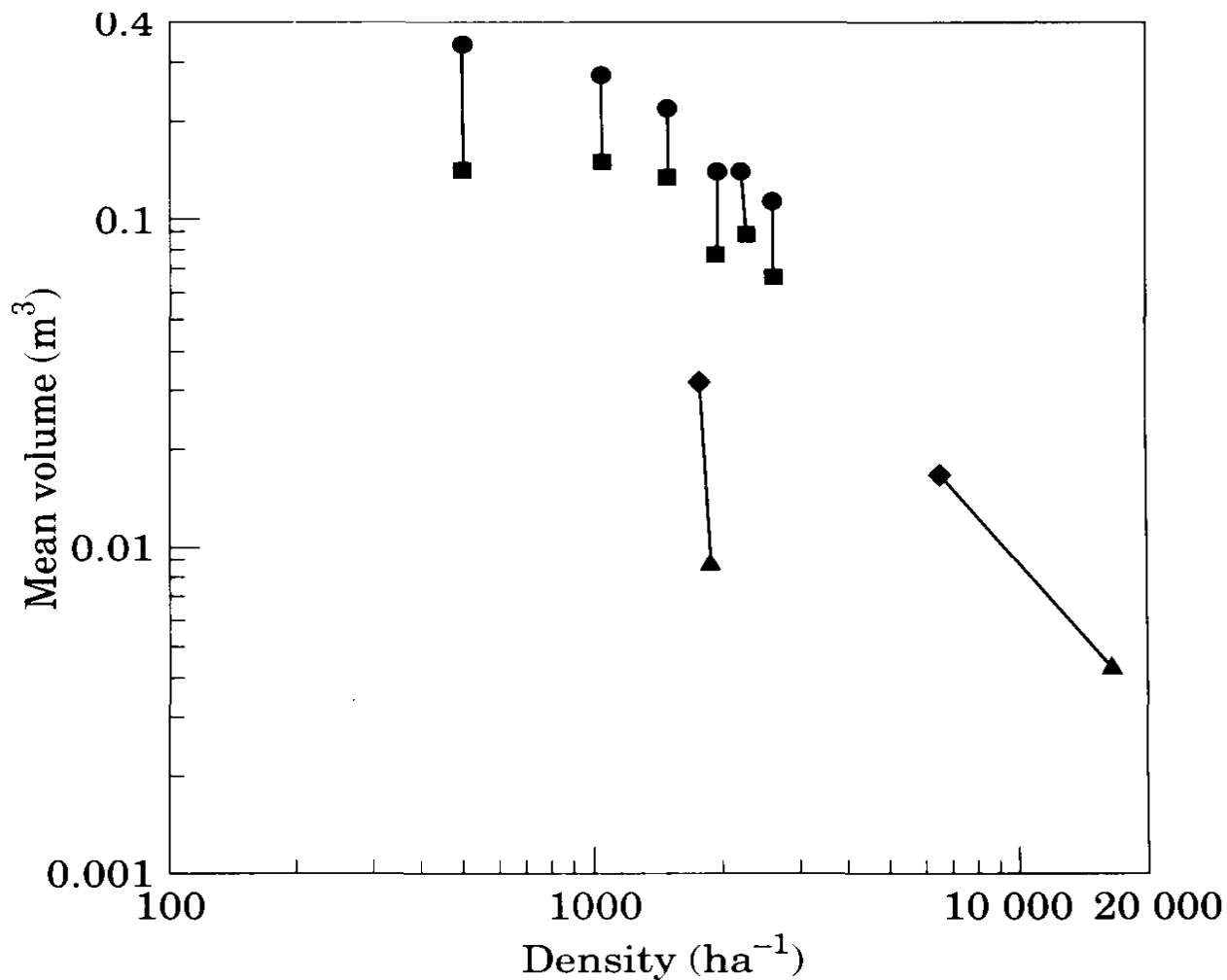


FIG. 2. Changes over time in stem density and mean volume of the studied plots. ( $\blacktriangle$ ) *Betula* plots in 1984, ( $\blacklozenge$ ) *Betula* plots in 1992, ( $\blacksquare$ ) *Picea* plots in 1982, ( $\bullet$ ) *Picea* plots in 1986.

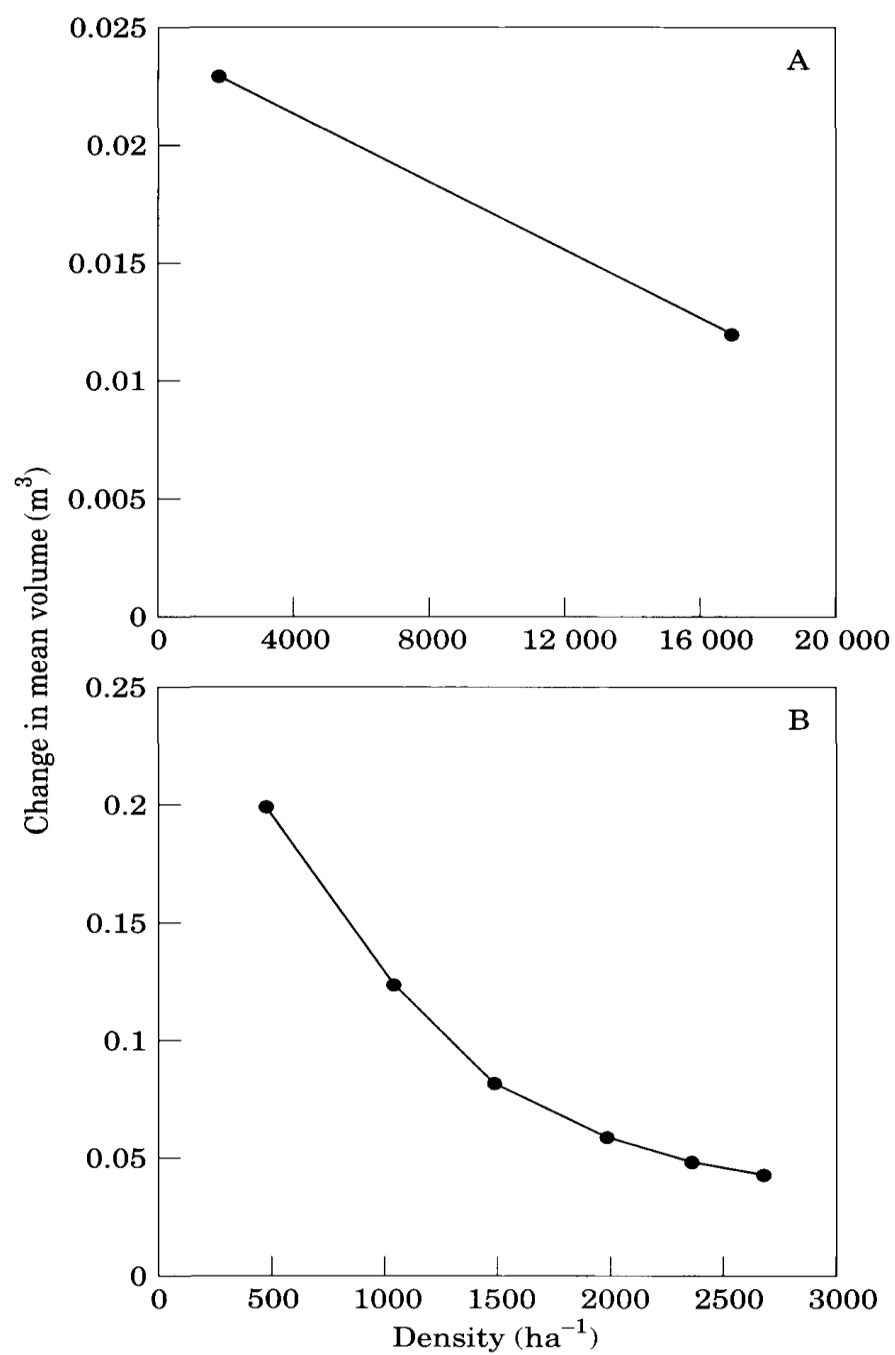


FIG. 3. Relationship between the change in mean volume and the initial stem density. A, *Betula*; B, *Picea*.



# Canopy structure

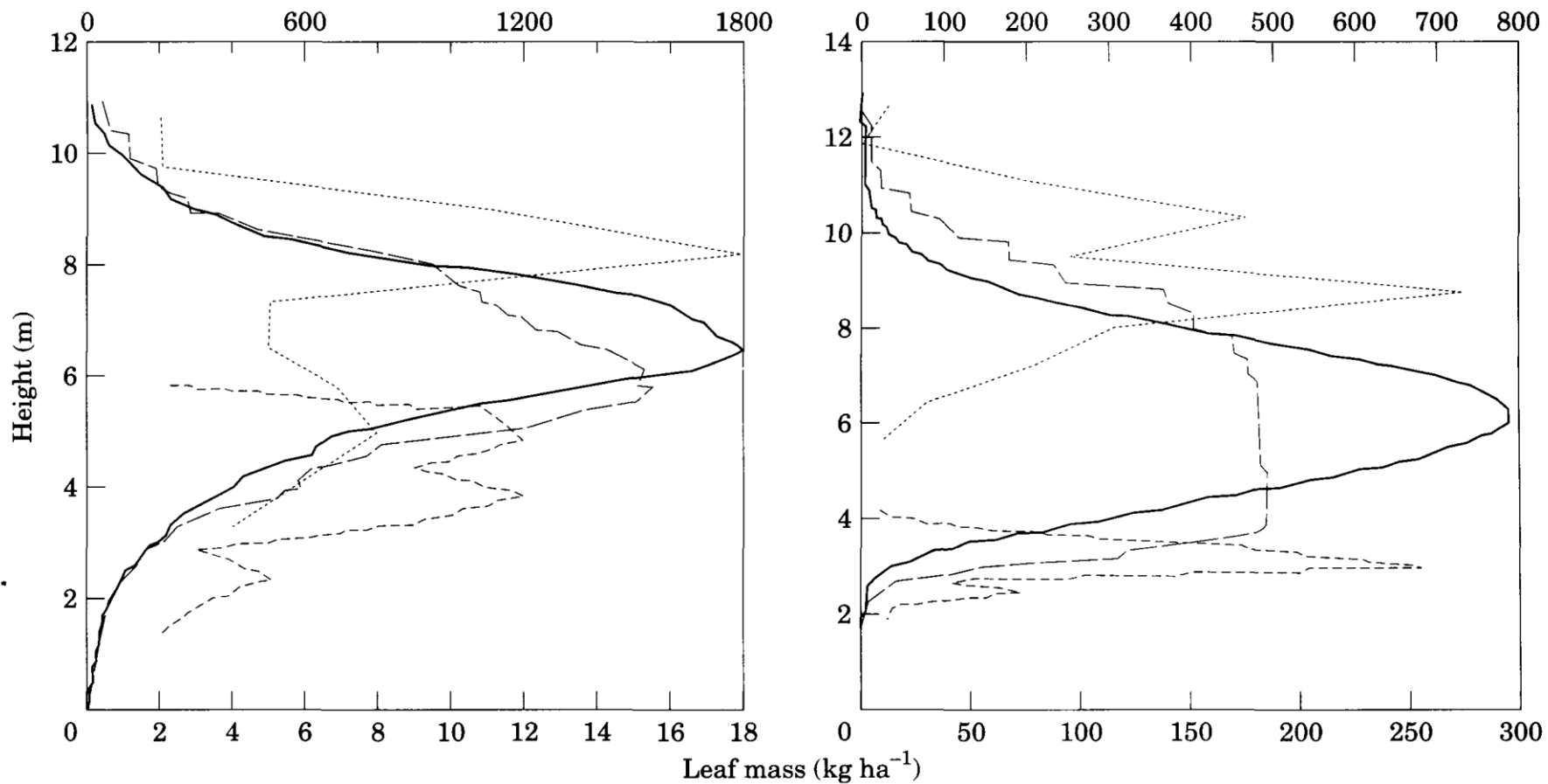


FIG. 4. Vertical distribution of tree heights (····), bases of the lowest living branches (-----), and estimated leaf density by the realistic method (—) and by the simple method (——) in two representative plots in the *Betula* (A) and *Picea* stands (B).

Degree of asymmetry of  
competition

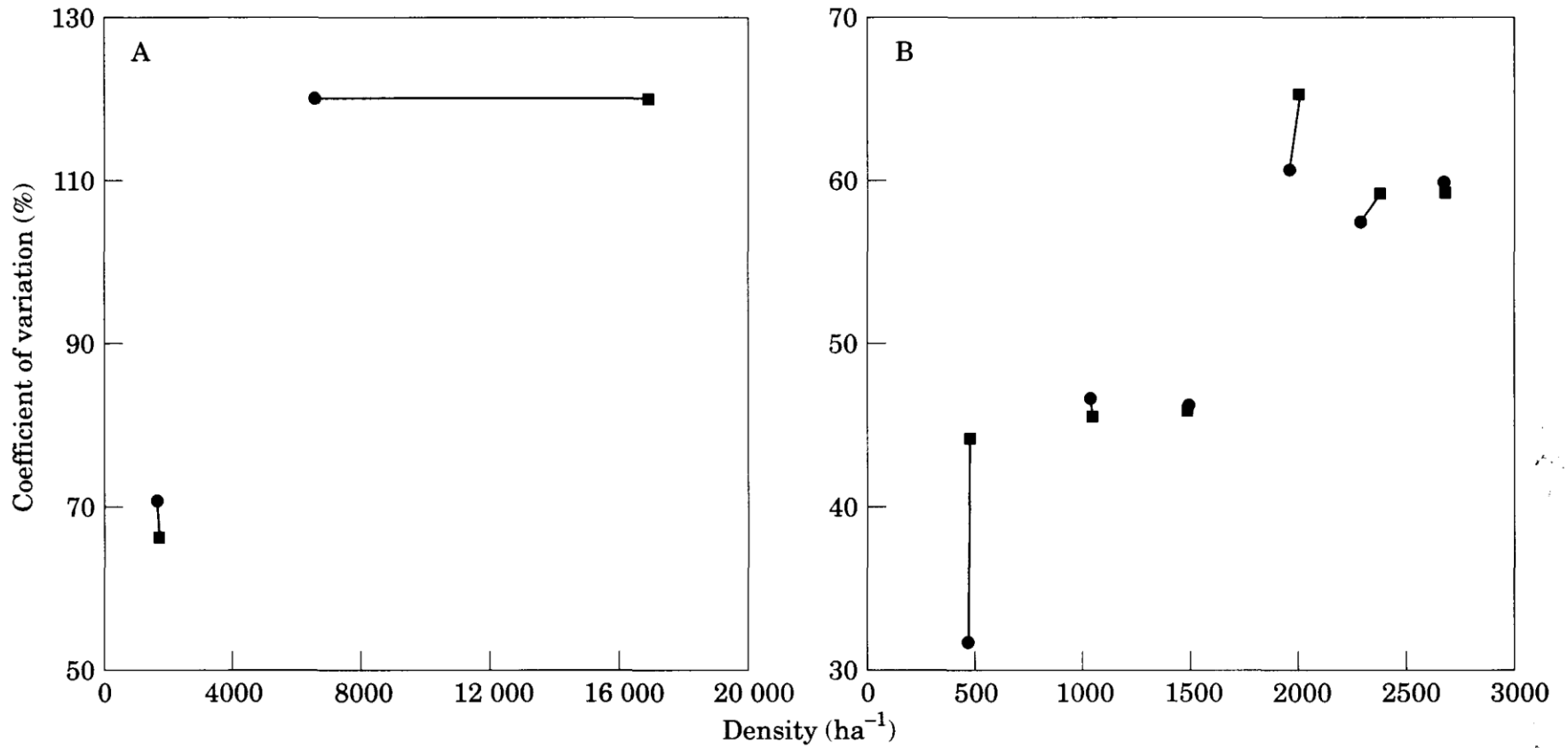


FIG. 5. Change in coefficients of variation over time from the initial measurement (■) to the final (●) related with stem density in the *Betula* (A) and the *Picea* stands (B).

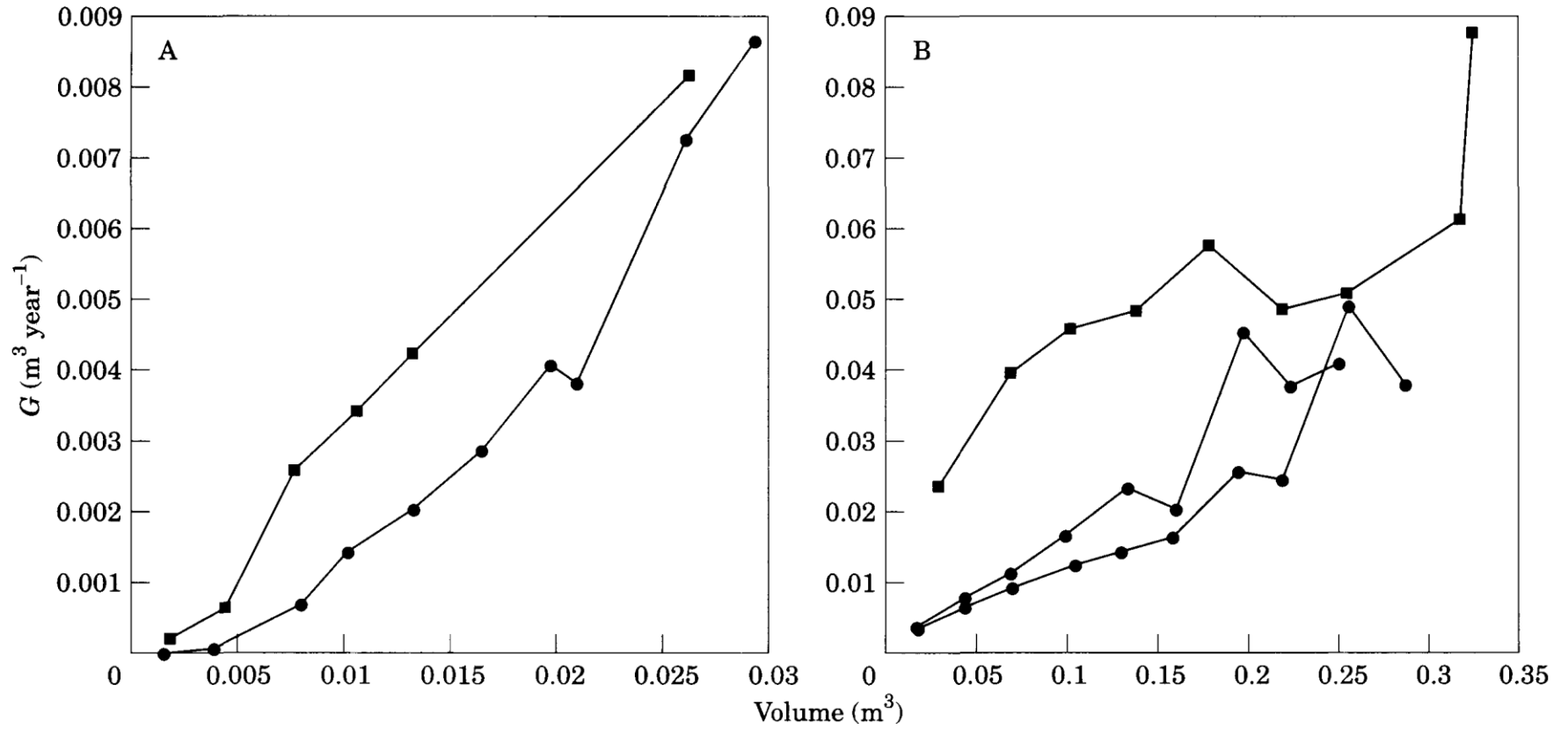


FIG. 6. Relationship between mean growth rate in size classes and initial size in dense (●) and sparse plots (■) in the *Betula* (A) and *Picea* stands (B).

TABLE 1. *Coefficients of determination ( $r^2$ ) and estimated parameters of the general size-dependent mean growth formula for the Betula and Picea stands*

Species	$r^2$	$a_0$	$a_1$	$c_1$	$c_2$
<i>Betula</i>	0.98***	0.34***	—	0.0230**	0.0042*
<i>Picea</i>	0.95***	0.32***	-0.0022	-0.0008	0.0055***

\*\*\*, \*\*, and \* show that the coefficient of determination or the estimated parameter is significant at 0.1, 1, and 5% level, respectively.

# Discussion

モデル式より、ダケカンバ林での競争は、  
ドイツウヒ林より非対称競争(一方向的)

- 一般に、非対称競争の強い林分では、サイズ不均一性は時間とともに増加
- ドイツウヒ林では、CV(変動係数)維持、または減少→競争の非対称度は小さい
- ダケカンバ林では、疎なプロットではCV増加、密なプロットではCV維持



CVの変化傾向は競争効果を示す



- ダケカンバ: 広く浅い樹冠形  
——→ 非対称競争(一方向的)
- ドイツトウヒ: 狭く深い樹冠形  
——→ 対称競争(二方向的)

➡ ドイツトウヒは、その狭く深い樹冠形のために大きな個体も小さな隣木によって、部分的に光を遮られる

※両林分で地下資源の競争の違いはあまりないと考えられる(降水量や土壌、地理条件などから)