

## 論文

マレーシア・サバ州における用材生産を目的とした  
アカシア・ハイブリッド人工林の成長\*1

大村康章\*2 · 竹内郁雄\*3 · 寺岡行雄\*3 · 佐藤 裕\*4

大村康章・竹内郁雄・寺岡行雄・佐藤 裕：マレーシア・サバ州における用材生産を目的としたアカシア・ハイブリッド人工林の成長  
九州森林研究 62：18-21, 2009 マレーシア・サバ州の用材生産を目的としたアカシア・ハイブリッド人工林6林分で調査を行い、胸高直径、樹高および幹材積成長を検討した。調査林分は枝打ちが2回行われ、間伐が1回実施された。林齢4.3~4.7年における林分の胸高直径は14.8~16.2cm、樹高は19.0~22.0m、幹材積は85.7~134.3m<sup>3</sup>/haであった。また、期首林齢が約2~4年での年平均成長量は、胸高直径が2.1~3.6cm/yr、樹高が2.9~5.4m/yr、幹材積が24.4~51.3m<sup>3</sup>/ha/yrであり、初期成長が極めて大きい種であることが分かった。

キーワード：アカシア・ハイブリッド、人工林、成長

## I. はじめに

アカシア・ハイブリッド (*Acacia hybrid*, 以下 Ah と記す) は、アカシア・マンギューム (*Acacia mangium*, 以下 Am と記す) とアカシア・アウリキュリフォルミス (*Acacia auriculiformis*, 以下 Aa と記す) の自然交配種である (古越, 2003)。Ah は、1972年にマレーシア・サバ州で初めてその存在が報告され、次いで、パプワニューギニアでも自然交配種が報告された (古越, 2003)。また、マレーシアにおいて Ah は造林奨励樹種となっており (小川, 2007)、パルプ用材だけでなく建築材などの用材としての生産が望まれている (古越, 2003)。しかしながら、用材生産を目的とした Ah 人工林の成長や密度管理などは明らかになっていない (吉田・佐藤, 2008)。

そこで、本報告では用材生産を目的とした Ah 人工林の初期成長を明らかにすることを目的とする。筆者らは (大村ほか, 2008)、マレーシア・サバ州の用材生産を目的とした Ah 人工林の約4年生までの胸高直径、樹高成長について報告したが、今回はさらに約5年生までの調査結果を加え胸高直径、樹高および幹材積成長について報告する。

## II. 調査林分と調査方法

## 1) 調査林分

調査地は、マレーシア・サバ州・ケニンガウのアピニアピン (北緯5度28分、東経116度16分) にあるK社の Ah 人工林と、同じくサバ州・ケニンガウのカラマトイ (北緯5度5分、東経116度13分) にあるK社とSAFODA (サバ州森林開発公社) が共同で行っている Ah 試植地の2カ所である。両調査地は、標高367~427mの平坦地もしくは緩斜地にある。両調査地の中間に位置するケニンガウの年平均気温は27.5度で、年平均降水量は1,780

mm/yr であり、両調査地はケニンガウの気候にほぼ等しいと考えられる。

調査対象林分はアピニアピンで4林分 (A-1~A-4)、カラマトイで2林分 (K-1, K-2) の計6林分で、植栽密度はいずれも3×3mで植栽された1,111本/haであった。調査林分は用材生産を目的とした人工林であることから、植栽後半年経過した頃に1回目の枝打ちが、植栽後1年経過した頃に2回目の枝打ちが行われた。また、植栽後約2.5年経過した2005年9月の調査後に全ての林分で強度を違えた間伐が実施された。

## 2) 調査方法

2005年9月、およそ50~70本の立木が入るように固定調査区を設定し、胸高直径・樹高・枝下高について毎木調査を行った。胸高直径は直径巻尺を用いて1mm単位で、樹高と枝下高は超音波方式の樹高測定器を用いて0.1m単位で測定を行った。また、2006年9月および2007年9月にも同様の調査を行った。

## III. 結果と考察

## 1) 間伐と立木密度の変化

各林分の間伐時林齢、間伐前後の立木密度および本数間伐率を表-1に示す。間伐時林齢は2.3、2.7年、間伐前の立木密度は977~1,111本/ha、本数間伐率は21~53%、間伐後の立木密度は

表-1. 間伐前後の立木密度と本数間伐率

調査地	調査林分	間伐時林齢 (年)	立木密度(本/ha)		本数間伐率 (%)
			間伐前	間伐後	
アピニアピン	A-1	2.7	1,094	701	36
	A-2	2.7	1,060	496	53
	A-3	2.7	1,111	873	21
	A-4	2.7	1,012	635	37
カラマトイ	K-1	2.3	977	769	21
	K-2	2.3	1,013	708	30

\*1 Omura, Y., Takeuchi, I., Teraoka, Y. and Sato, Y.: Growth of *Acacia hybrid* plantations for producing timber in Sabah, Malaysia.

\*2 鹿児島大学大学院農学研究科 Grad. Sch. Agric., Kagoshima Univ., Kagoshima 890-0065

\*3 鹿児島大学農学部 Fac. Agric., Kagoshima Univ., Kagoshima 890-0065

\*4 ケイエム・ハイブリッドプランテーション社 KM HYBRID PLANTATION SDN. BHD., Sabah Malaysia 88400

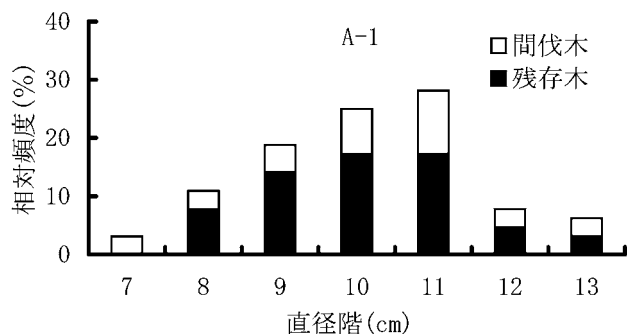


図-1. 残存木と間伐木の直径階と相対頻度

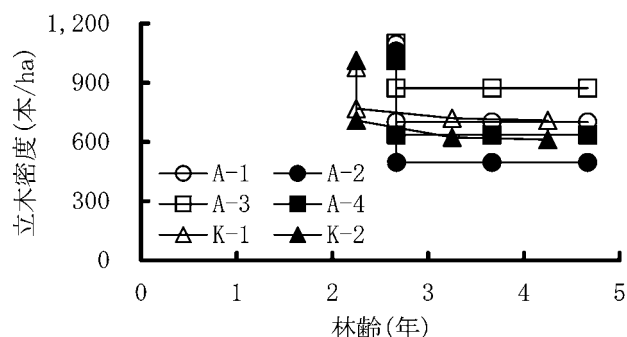


図-2. 立木密度の時系列変化

496~873本/haであった。残存木と間伐木の直径階と相対頻度を、A-1を例として図-1に示す。間伐方法は下層間伐としたが、曲がりの大きい個体や残存木の配置などを考慮して選木をした結果、胸高直径の大きい個体も間伐木となり、結果的には全層間伐となった。なお、他の林分でも同様の理由から結果的に全層間伐であった。立木密度の時系列変化を図-2に示す。各林分での立木密度は、間伐により大きく減少した他、K-1とK-2で風害により枯死個体が発生したために減少した。

## 2) 林分調査結果

最終調査時点である2007年9月の林分調査結果を表-2に示す。林齢は4.3、4.7年であった。林分の立木密度は496~873本/ha、胸高直径は14.8~16.2cm、樹高は19.0~22.0m、枝下高は7.3~8.6mであった。

表-2. 林分調査結果

調査林分	林齢 (年)	立木密度 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)
A-1	4.7	701	15.4±1.4	22.0±1.3	8.6±0.8
A-2	4.7	496	16.1±1.4	20.7±1.0	8.1±1.3
A-3	4.7	873	15.2±1.3	20.5±0.9	8.6±0.7
A-4	4.7	635	16.2±1.7	20.6±1.1	8.3±0.6
K-1	4.3	708	14.8±2.1	19.0±1.7	7.3±1.4
K-2	4.3	611	15.2±2.2	19.3±1.3	7.5±1.4

胸高直径、樹高、枝下高は平均値 ± 標準偏差を示す。

## 3) 胸高直径成長

胸高直径成長を林分ごとに図-3に示す。図中にはマレーシア・サバ州で調査された既報のAm林分の胸高直径成長(西川ほか, 1996)も併せて示した。ただし、引用したAm林分では間伐

が実施されておらず、被圧木も含めた平均値となっている。Ahの胸高直径は林齢が2.5年で8cm前後、3.5年で12cm前後、4.5年で15cm前後であった。また、AhとAmの胸高直径成長を比較すると、AhはAmのI等地からII等地の中間程度であった。Ahが間伐されたのに対しAmが無間伐であったことを考えると、Ahの胸高直径成長はAmより小さい可能性が示唆される。

次に、期首林齢と胸高直径連年成長量の変化を林分ごとに図-4に示す。Ahの胸高直径連年成長量は期首林齢が2.3~2.7年で2.5~3.6cm/yr、3.3~3.7年で2.1~3.2cm/yrであった。間伐後の立木密度の低いA-2、A-4、K-2で胸高直径連年成長量は大きかった。また、A-1を除く他の林分では、期首林齢が2.3~2.7年に比べ、3.3~3.7年における胸高直径連年成長量の方が小さくなった。これは次項で述べるように樹高成長が旺盛で、間伐後2年目になると林冠が閉鎖し、胸高直径成長が抑制されたためであると考えられる。さらに、胸高直径連年成長量の極大値は林齢が3年頃の若い時期に表れるものと推察される。

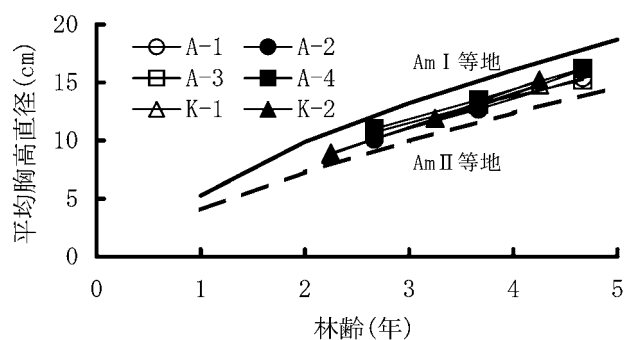


図-3. 胸高直径成長

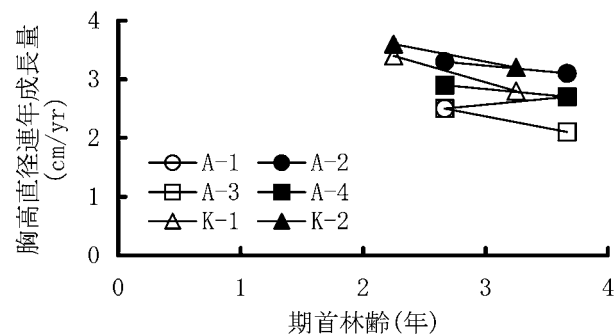


図-4. 期首林齢と胸高直径連年成長量の変化

## 4) 樹高成長

樹高成長を林分ごとに図-5に示す。図中にはマレーシア・サバ州で調査された既報のAm無間伐林分の樹高成長(西川ほか, 1996)も併せて示した。Ahの樹高は林齢が2.5年で12m前後、3.5年で16m前後、4.5年で20m前後であった。また、AhとAmの樹高成長を比較すると、AhはAmのI等地以上であった。本調査地のAhは間伐されて極端な被圧木がないが、Amは無間伐で被圧木が発生し、平均樹高を下げたことも考えられる。なお、図には示していないが、本調査地近くで調査したAm間伐林分の樹高成長は、Ahと同程度であった。以上の点を考慮すると、Ahの調査地の地位はAmのI等地に相当し、全ての林分は土地条件の良いところに位置していたと考えられる。

次に、期首林齢と樹高連年成長量の変化を林分ごとに図-6に示す。Ahの樹高連年成長量は期首林齢が2.3~2.7年で3.4~5.4m/yr、3.3~3.7年で2.9~4.2m/yrと、旺盛な成長を示した。また、A-2を除く他の林分では、期首林齢が2.3~2.7年に比べ、3.3~3.7年における樹高連年成長量の方が小さくなった。また、樹高連年成長量には間伐後の立木密度と関係がみられなかった。さらに、樹高連年成長量の極大値も林齢が3年頃の若い時期に表れるものと推察される。

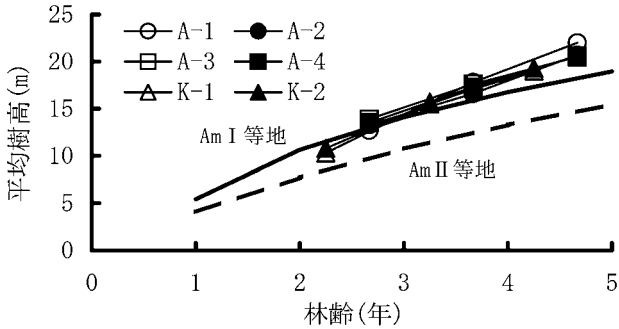


図-5. 樹高成長

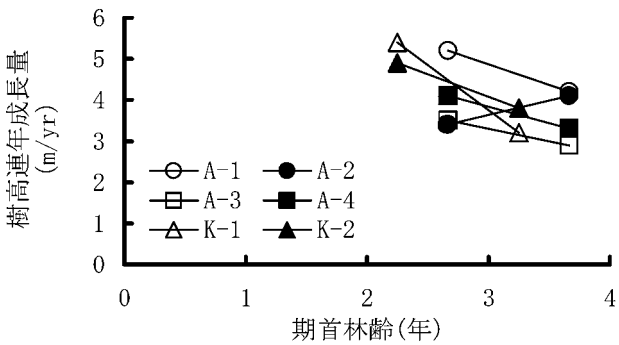


図-6. 期首林齢と樹高連年成長量の変化

5) 形状比

形状比(樹高/直径)の時系列変化を林分ごとに図-7に示す。Ahの形状比は林齢が2.3~4.7年において122~144であった。また、間伐後の立木密度が高いA-1、A-3で他の林分より形状比が高かった。これは、立木密度が高いと個体間の競争が激しくなって、胸高直径成長が抑制されたことが原因と考えられる。

このように、Ahは若齢段階での形状比が非常に高いという性

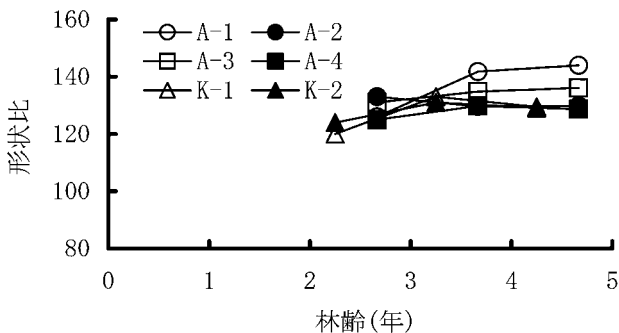


図-7. 形状比の時系列変化

質を持つ種であることが推察され、風害の発生が懸念される。なお、風害の防止策としては、植栽面の周囲は枝打ちをせずに防風効果を目的とした林縁を発達させる、Ah人工林の周囲に防風林を設けるなどが考えられる。

6) 幹材積成長

マレーシア・サバ州におけるAhの材積式はまだ作成されていないため、マレーシア・サバ州のAmの材積式(Nakamura and Zainal, 1991)を用いてAhの幹材積を求め、その成長を検討した。

幹材積成長を林分ごとに図-8に示す。図中にはマレーシア・サバ州で調査された既報のAm無間伐林分の幹材積成長(西川ほか, 1996)も併せて示した。Ahの幹材積は間伐直前であった林齢が2.3~2.7年で29.4~58.7m<sup>3</sup>/ha、間伐後にあたる3.3~3.7年で46.4~88.5m<sup>3</sup>/ha、4.3~4.7年で85.7~134.3m<sup>3</sup>/haであった。A-2の幹材積は、林齢が2.7年より3.7年の方が小さかった。これは間伐前の立木密度1,060本/haから間伐後の立木密度496本/haに、本数間伐率53%の強度間伐が実施されたためといえる。AhとAmの幹材積成長を比較すると、AhはAmのI等地からII等地の中間程度であった。これは、Ah林分は間伐が実施され立木密度が大きく減少したのに対し、Am林分では前述したように間伐が実施されず、立木密度は植栽密度の1,111本/haから自然枯死による減少のみが生じた結果であると考えられる。

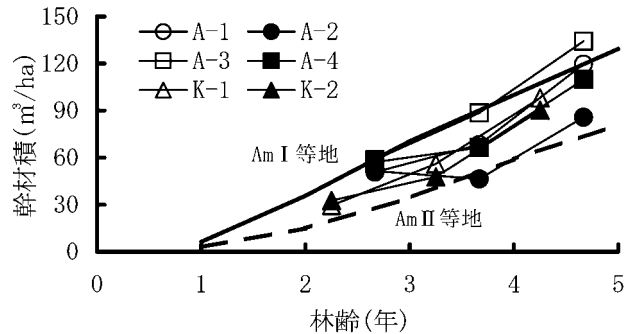


図-8. 幹材積成長

次に、期首林齢と幹材積連年成長量の変化を林分ごとに図-9に示す。Ahの幹材積連年成長量は期首林齢が2.3~2.7年で24.4~40.6m<sup>3</sup>/ha/yr、3.3~3.7年で39.3~51.3m<sup>3</sup>/ha/yrであった。

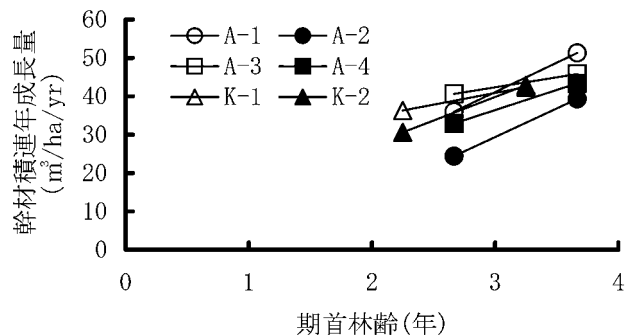


図-9. 期首林齢と幹材積連年成長量の変化

最後に、生存木だけでなく間伐木、枯死木の幹材積も含めた幹材積総成長量について検討する。ただし、2005年9月調査前に若干枯死した個体の幹材積は不明のため、幹材積総成長量に含めな

かった。幹材積総成長量の時系列変化を林分ごとに図-10に示す。Ahの幹材積総成長量は林齢が2.3~2.7年で29.4~58.7m<sup>3</sup>/ha、3.3~3.7年で63.3~99.3m<sup>3</sup>/ha、4.3~4.7年で106.3~145.1m<sup>3</sup>/haであった。Ahの幹材積総成長量は林齢が5年足らずで145.1m<sup>3</sup>/haに達しており、Ahは初期成長が大きい種であるといえる。

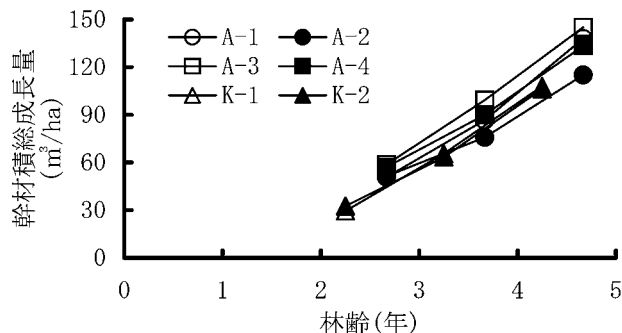


図-10. 幹材積総成長量の時系列変化

一般にAmはAaより成長が良いが、Ahは両親種よりも成長が旺盛(古越, 2003)という報告がある。今回の調査結果ではAhはAmと同等の成長を示した。また、材質においては、AhはAmに比べて利用価値が高いとされている(山本ほか, 2000)ことから、初期成長や材質においてAhはAmに劣らず、用材生産に向いているものと考えられる。

## 謝 辞

現地調査では越井木材工業(株)常務取締役松本義勝氏並びにKM HYBRID PLANTATION SDN. BHD. の吉田温氏には多大なご協力を頂いた。両氏に対し厚く御礼申し上げます。また、本調査は(独)国際協力機構「マレーシア国アカシア・ハイブリッド造林試験事業」の短期専門家派遣事業の一部として行ったものである。

## 引用文献

- 古越隆信 (2003) 熱帯林業 58 : 8-16.  
 Nakamura, T. and Zainal, S. (1991) STUDY FOR INDIVIDUAL TREE VOLUME OF *Acacia mangium*. p. 8, 国際協力機構, 東京.  
 西川匡英ほか (1996) 熱帯林のデータ集録 (その2). p. 81, 国際緑化推進センター, 東京.  
 小川 靖 (2007) 海外林木育種技術情報. p. 6, 森林総合研究所 林木育種センター, 茨城.  
 大村康章ほか (2008) 九州森林研究 61 : 69-71.  
 山本幸一ほか (2000) 熱帯林業 49 : 34-41.  
 吉田温・佐藤裕 (2008) 海外の森林と林業 73 : 13-18.  
 (2008年12月6日受付; 2008年12月13日受理)