九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアの根萌芽の分布とその形態的特徴

玉泉, 幸一郎
九州大学農学部林学科

飯島, 康夫
林野庁

矢幡, 久
九州大学農学部林学科

https://doi.org/10.15017/10858

出版情報：九州大学農学部演習林報告. 64, pp.13-28, 1991-03-25. 九州大学農学部附属演習林
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアの根萌芽の分布とその形態的特徴

玉泉幸一郎*・飯島康夫**・矢幡　久*

(1990年12月3日　受理)

Spacial Distribution and Morphological Features of Root Sprouts in Niseakasia (*Robinia pseudo-acasia* L.) Growing under a Coastal Black Pine Forest

Koichiro GYOKUSEN*, Yasuo IIJIMA** and Hisashi YAHATA*

(*Received December 3, 1990*)

抄　　録

海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアについて水平根および根萌芽の分布を調査し，根萌芽の発生機構を検討するとともに，根萌芽の形態的特徴を組織学的に研究した．

ニセアカシアの水平根は土壌深 10 cm 程に広く分布し，根萌芽はこの水平根上に発生した．水平根の最大長は 60.9 m で伸長速度は平均 1.64 m/年と推定された．調査区内で生育するニセアカシア個体 143 本のうち根萌芽で繁殖したと考えられる個体は 142 本で，ほとんどの個体が根萌芽由来であった．これらの根萌芽の発生時期は，その年輪数が水平根の年輪数にほぼ一致することから，水平根が新しく伸長した年であると考えられた．また，その齢構成は連続的であることから，毎年継続して発生していると判断された．これらの結果から，ニセアカシアの根萌芽は，ストレス条件下で発生する萌芽とは異なり，水平根の伸長にともない恒常的に発生する萌芽であると考えられた．

水平根の切断処理により発生したすべての根萌芽は，根の中心柱から表皮に向かって伸びる維管束跡上に位置した．この維管束跡は水平根の表皮上に 5 本の直列線を形成しており，二次側根の分裂組織が休眠することによって形成された組織と考えられた．維管束跡の先端部には分裂組織が認められ，この分裂組織の一部には葉原基様の組織が形成されていた．これらは地上部の潜伏芽と類似した組織形態であった．自然環境下で発生した根萌芽の組織形態は切断処理で発生した根萌芽に類似したが，維管束跡が中心柱から直接肥大している点で異なり，分裂組織は休眠なしに根萌芽を形成していると考えられた．

1．は　じ　め　に

一般に広葉樹は伐採されたり，被害をうけると，切株や幹，枝から萌芽を発生することが知られている．これらの萌芽はほとんどの場合，幹や枝に存在する潜伏芽から発生して

* 九州大学農学部林学科
Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812
** 林野庁
Operation Division I, Operation Department, Foresty Agency, Tokyo 100

おり，定芽由来の萌芽と考えられている（ZIMMERMANN, 1971）（玉泉，1988）（長谷川，1984）．これらの地上部での萌芽の発生に対して *Fagus* (ROBERT *et al.*, 1986), *Salix* (DOUGLAS, 1989), *Liquidamber* (KORMANIK *et al.*, 1967), *Populus, Robinia, Rhus* (ZIMMERMAIN, 1971) の各属のなかには根から萌芽する樹種が知られており，これらの萌芽は地上部の萌芽に対して根萌芽（root sucker, root sprout）と呼ばれている．根から発生する萌芽はすべて不定芽由来と考えられているが，その発生の機構については不明な点が多い．根萌芽の原基の形成部位については 1)コルク形成層（Dore, 1955）2)側根の中心柱（KORMANIK *et al.*, 1967），3)傷害によるカルス（ROBERT *et al.*, 1986）などの異なる報告があり，芽の発達時期については 1)形成された不定芽は休眠することなく形成された成長期にただちに根萌芽を発生する（SCHIER, 1981），2)形成された不定芽は休眠して潜伏芽となり，これらの芽が発芽して根萌芽となる（KORMANIK *et al.*, 1967）というふたつの異なる報告がなされている．また，根萌芽の発生の原因についても母樹の影響を受ける場合（SCHIER, 1981），ほとんど影響されない場合（KORMANIK *et al.*, 1967）（ROBERT *et al.*, 1986）が報告されている．

このように根萌芽の発生機構に関しては未解決の問題が多く残されているにもかかわらず，研究事例は少ない．本報告では，根萌芽を多量に発生することでよく知られるニセアカシア（*Robinia pseudo-acasia* L.）を対象樹種としてその根萌芽の特性について生態的調査と形態形成に関する組織観察から考察した．

本研究の目的は，野外調査により実生個体と根萌芽個体との構成比を明らかにし，その齢構成や分布から根萌芽を発生させている要因を探ること，さらに，組織の観察から，根萌芽の原基の形成される組織を明らかにし，形成された不定芽の休眠の有無を明らかにすることにある．ここでの研究成果は，乾燥地造林において有望種とされている同樹種の増殖技術の確立，あるいは逆に海岸松林などで問題となっている根萌芽増殖を押さえるための増殖防止技術の確立などに応用されるものと考える．

2. 調 査 地 概 況

調査地は福岡市東区の海の中道公園内に成立するクロマツ林で，海岸線より 150 m 程内陸に入った地点である．方位は南，傾斜は約 4°である．林分はほぼ閉鎖された状態で，上層はすべてクロマツによって形成され，亜高木層から低木層，草本層にかけてニセアカシアを混じていた．各層における他の種の出現は少なく，わずかに，低木層，草本層でクロキ，トベラ，ヤマハゼ，イヌビワ，ネザサなどが植被率で 5 %程度生育していた．土壌は，一般の海岸林に見られる保水性，保肥性に乏しい砂質土壌で，この土壌の上に A_o 層が 5～10 cm 形成されていた．

3. 材 料 と 方 法

3.1. 根萌芽の分布，齢構成および外部形態の調査

1989 年 10 月，ニセアカシアの混入するクロマツ林内に 12×27 m の方形プロットを設定した．プロットはニセアカシアの成立本数の多い部分では 2×2 m のサブプロット，少ない

場所では4×5 mのサブプロットに分割し，以後の調査はこれらのサブプロット単位で行った．方形区内のすべてのクロマツ，ニセアカシアについて直径（クロマツは胸高直径，ニセアカシアは根元直径），樹高および生育位置を調査した．地上部の調査後，全区域についてA_o層の除去を行い，続いて水平根を切らないように注意しながらA層の砂を除去し，水平根を表面に露出させた．露出させた水平根と地上部の個体とのつながりから根萌芽による個体かどうかを判断し，同時に水平根の長さ，根萌芽の前後での水平根の直径を50本について測定した．調査終了後，プロット内の根萌芽の全個体を実験室に持ち帰り根萌芽と水平根の伸長方向での年輪数を数えた．さらに，水平根の中で最も広がりの大きい1系統については，母樹を確認するためにプロット外にさらに40 m延長し，水平根の走りと，地上部個体とのつながりを調査した．

3.2. 根萌芽の組織の観察

1989年6月，クロマツ林内から堀り上げた水平根10本を長さ約60 cmに切断し，圃場の潅水装置下の砂土中に埋設した．1989年9月，根萌芽の発生した水平根を試料として組織の観察を行った．試料はFAA液で固定した後，ミクロトームで約30 μmの切片とし，サフラニン，ファーストグリーンで二重染色して組織観察に用いた．

1990年1月，クロマツ林内で採取した根萌芽，水平根および地上部の幹を試料として組織の観察を行った．試料は上記と同じ処理でプレパラートを作成し，観察に用いた．観察した組織は2, 8年生の根萌芽の地上部の潜伏芽，11年生の根萌芽の伸長方向の水平根の維管束跡および1年生から4年生の根萌芽の維管束跡で各部位15試料を用いた．

3.3. 側根における維管束跡の分布

1990年1月，根萌芽の発生していない5年生の水平根4本を40 cmの長さに切断して採取した．さらに，11年生の水平根を根萌芽1本を含めて2.5 mに切断して採取した．これら5本の試料について維管束跡の分布を，樹皮を剝いだあとにあらわれる突起状の組織の存在から判断した．

4. 結果と考察

4.1. クロマツ林内での根萌芽の発生状況

4.1.1. クロマツ，ニセアカシアの分布状況

クロマツの分布とその樹冠投影およびニセアカシアの直径別分布を図1に示す．なお，図1(b)におけるニセアカシアの根元直径はその相対値を円の大きさで示してある．クロマツの平均胸高直径は14.4 cm，平均樹高は8.7 m，本数密度は1760本/haであった．上層はクロマツの樹冠によってほとんど閉鎖された状態であったが，一部，図上の右下の部分にギャップが形成されていた．ギャップ内には新しい伐根があったことから，このギャップはマツノザイセンチュウ病による枯損木の除去のためにごく最近形成されたものと推測される．これに対し，ニセアカシアでは最大の個体は根元直径7.8 cm，樹高7.8 mで，平均値はそれぞれ1.7 cm, 1.6 m，本数密度は4750本/haであり，小さな個体が多量に分布していた．その密度分布は，プロット内の西側で高く，東側で低い状態になっていた．また，

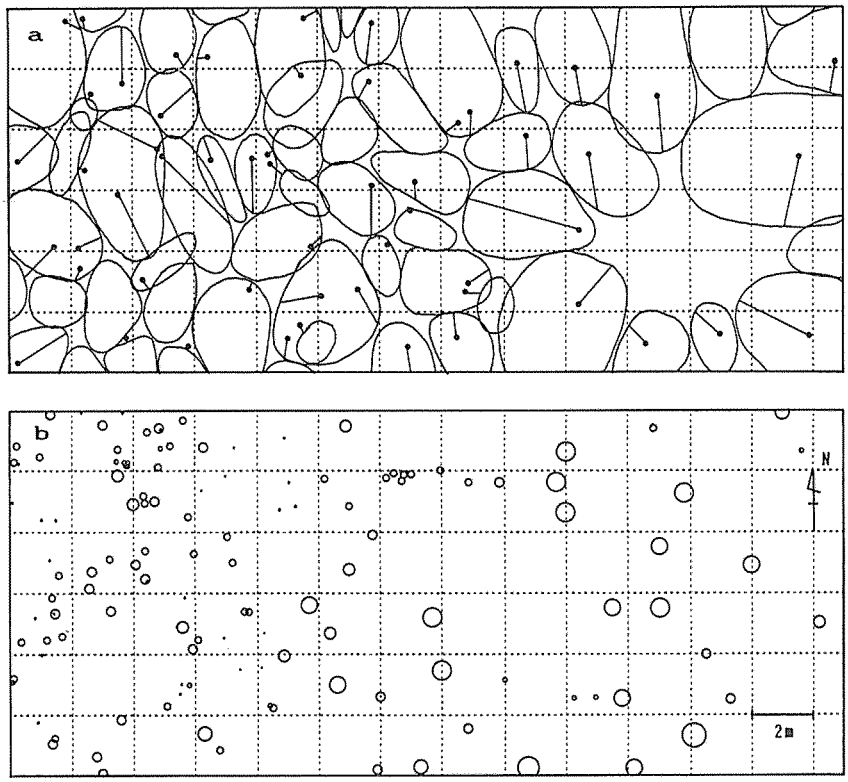

Fig. 1 Distribution of two dominant species in the investigated site.
(a), distribution and crown projection of black pine trees ;
(b), distribution and stem base diameter of *Robinia pseudo-acasia* trees.
図1 クロマツの分布とその樹冠投影(a)およびニセアカシアの直径分布(b)

それらの個体の根元直径は東側で大きく，西側で小さかった．これらの分布の不均一性や大きさの違いの原因には，ニセアカシア自体の繁殖様式と上層のクロマツの樹冠構造による光環境差の影響などが考えられるが，前述のようにクロマツの樹冠は最近できたと思われるギャップを除いてほぼ均一であることから，その影響は考えにくく，主にニセアカシアの繁殖様式を反映した結果であろうと考えられる．

4.1.2. ニセアカシアの根萌芽の分布と樹齢構成

土壌層の表面約 10 cm を除去すると，根系が調査区内を東から西に走っておりこの根系から根萌芽が発生していた（写真 1）．この根系は，根の外部形態による分類（Sutton *et al.*, 1983）に従えば，水平根に分類されると考えられるので，ここではこの根系に対し水平根の名称を用いることにする．ただし，水平根は根株から水平に伸びた根，あるいは，30 cm から 100 cm 程度の深さを土壌表面と水平に伸びている根（Sutton *et al.* 1983）と定義されているが，ここで用いるニセアカシアの水平根には，地表近くに存在し，根萌芽の発生によって繁殖に寄与する特殊な機能までを含むことになる．

プロット内に生育していた個体は 143 本で，この内，水平根とのつながりの確認できた

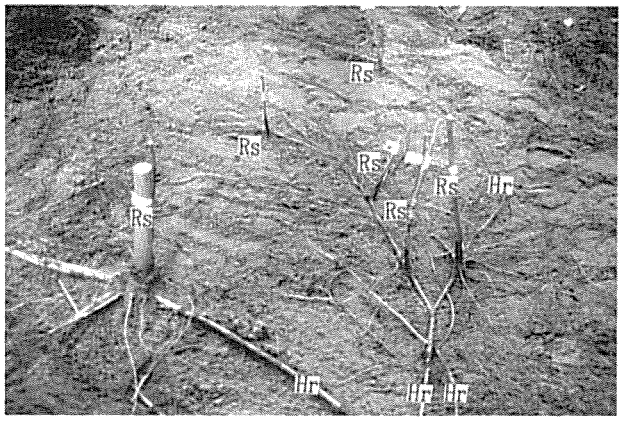

Photo. 1　Root suckers developed on the horizontal roots. Rs, root sucker ; Hr, horizontal root.
写真 1　水平根と水平根上に発生した根萌芽

個体は 142 本，水平根の確認されなかった個体は 1 本であった．水平根とのつながりの確認された個体のうち他の個体とつながっていた個体は 132 本で，水平根が腐朽のため途中で消失し，他の個体とのつながりの確認できなかった個体は 10 本であった．このように調査プロット内のニセアカシアは，ほとんどが根萌芽によって増殖した個体，あるいはその可能性の高い個体であり，実生による繁殖個体はほとんど含まれていないことが確認された．

プロット内には 9 系統の水平根の流れが確認されたが，このうちほとんどの流れを占めた系統 1 と系統 2 について，水平根と根萌芽の分布およびそれぞれの根萌芽の樹齢を図 2 に示す．系統 1 は最も大きな系で，プロットの北側を東から西に向かって伸びていた（図 2(a)）．系内に含まれた根萌芽の本数は 79 本で，根萌芽の最も古いものは樹齢 15 年，根元径 6.4 cm，樹高 4.3 m であった．さらに，この水平根をプロット外に辿ると，最も古いところでは樹齢 33 年の根萌芽（根元径 8.6 cm，樹高 9.1 m）までつながっていることが確認された．しかし，その先では腐朽のため水平根は消失しており，母樹の確認はできなかった．この 33 年生の根萌芽を起点として水平根の先端までの最長直線距離は 60.9 m で，この長さを単純に年齢で除した年平均の伸長速度は 1.85 m/年であった．系統 2 はプロットの南側を東から西に向かって流れる系で，根萌芽の本数は 22 本，最も古いものは樹齢 16 年，根元径 7.5 cm，樹高 7.8 m であった（図 2(b)）．

根萌芽の分布を，母樹との位置関係からみると，系統 1 では母樹に近い東方で少なく，母樹から遠い先端部の西方で多くなり，一方，系統 2 では距離に関係なく少量ずつほぼ一定した分布であった．Robert *et al.* (1986)は *Fagus grandifolia* について，ほとんどの根萌芽は母樹から 8 m 以内の地点に存在し，単位面積あたりの根萌芽数は母樹からの距離とともに指数関数的に減少することを報告したが，ニセアカシアの根萌芽は 8 m よりもかなり広い範囲に分布し，また，母樹から遠い地点での増加も有り得ることを示している．しかし，今回の場合，系統 1 では母樹からの水平根がすでに枯死していることから，*Populus* (Zimmermann *et al.*,1971)の萌芽の発生にみられるような母樹からの制御がなくなったこ

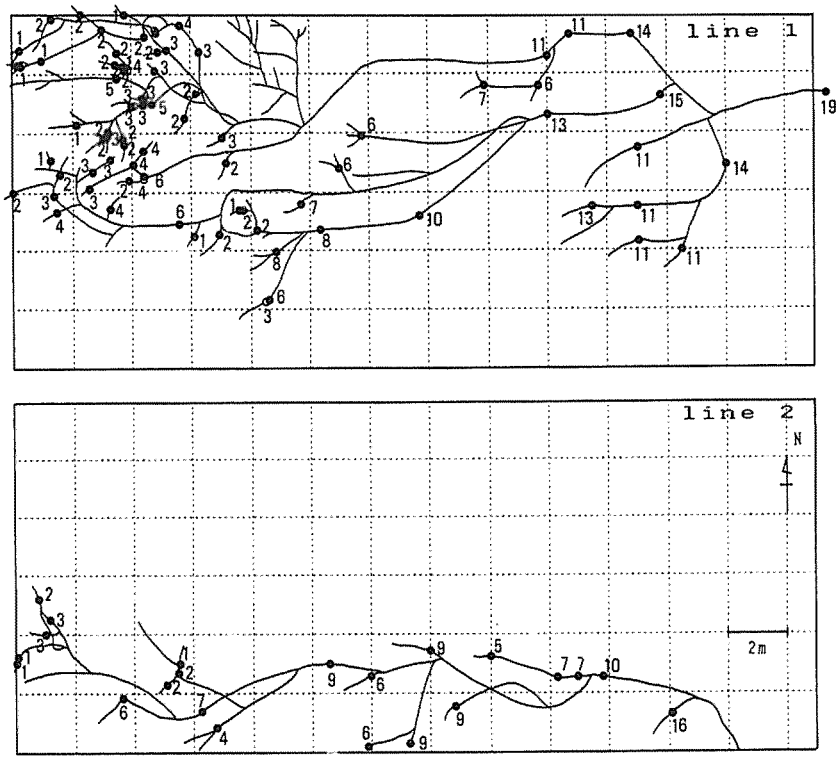

Fig. 2 Distribution of two main horizontal roots and root suckers in the investigated site. The number shows age of root sucker.
図2 水平根と根萌芽の分布および根萌芽の樹齢

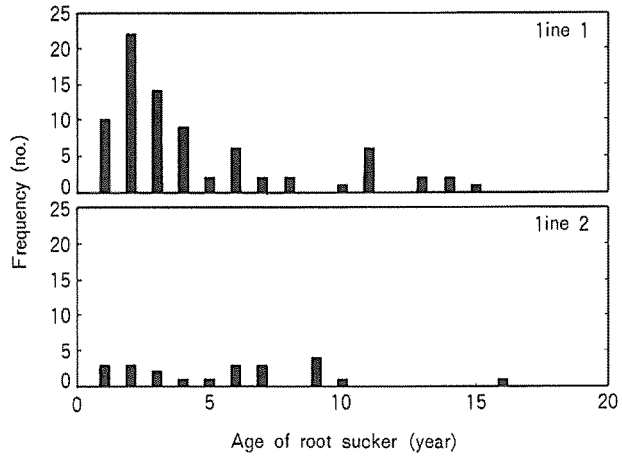

Fig. 3 Frequency distribution of root suckers in each age class.
図3 各齢級における根萌芽の頻度分布

とがこのような分布特性を引き起こしている可能性も考えられる．

分布様式については，均等に分布しているのではなく区域的に集中して分布する傾向が認められた．系統1では図中右側の11年生を中心とした区域，中央の6，8年生を中心とした区域，左上の2，3年生を中心とした区域に分けられ，系統2では系統1ほど明確ではないが右側の9年生を中心にした部分，中央部，先端部の3箇所に分けられた．このような集中的な分布の原因には，内生的な発生部位の制御によるものと，環境因子による制御が考えられるが，前述のように調査プロット内の環境条件の変異は小さいと考えられることから，内生的な制御が働いている可能性がある．

次に，樹齢についてみると，根萌芽は新しく伸びた水平根上に発生する傾向にあり，このため，根萌芽の樹齢は，母樹に近い東方で高く，母樹から遠ざかる西方で低くなった(図2)．これらの根萌芽の齢構成を系統別に図3に示す．分布型でみると，系統1では若い根萌芽が多くL型の分布となり，系統2ではほぼ均等した本数分布となった．また，各齢級での出現状況は，古い年齢では欠損する齢級もあるが，最近の7，8年では両系統ともに各齢級の根萌芽が存在し，根萌芽が毎年連続的に発生していることを示している．ROBERT *et al.* (1986)は *Fagus grandifolia* の単木あたりの根萌芽数は根萌芽の樹齢が高くなるほど指数関数的に減少し，系統1のタイプになることを報告しているが，水平根単位でみると系統2のように異なるタイプも存在することを示している．

4.1.3. 水平根の伸長速度

水平根の伸長は，枝分かれした水平根のすべてが伸びるのではなく，その中の1，2本が優先的に，ほぼ同一方向に伸長する傾向にあった．このため，両系統とも南北方向への広がりは小さく東西方向に長く伸長する結果となった(図2)．この水平根の推定伸長速度を，隣接する根萌芽間の根長を根の年輪差で除した値として求め図4に示す．図は隣接する根萌芽の先端側での年輪数に対する伸長速度を示している．年輪数との関係でみると，全体としては変動が大きいものの，8年生を境とし8年生より上では成長速度は小さく，8年生以下で大きくなる傾向が認められた．このことは，この時期に水平根の伸長を制御する因子に大きな変化があったことを示しており，根萌芽の発生がこの時期以降に増えていること（図3）と関連していると推察される．伸長速度の最高値は5.9 m/年，最低値は0.1 m/

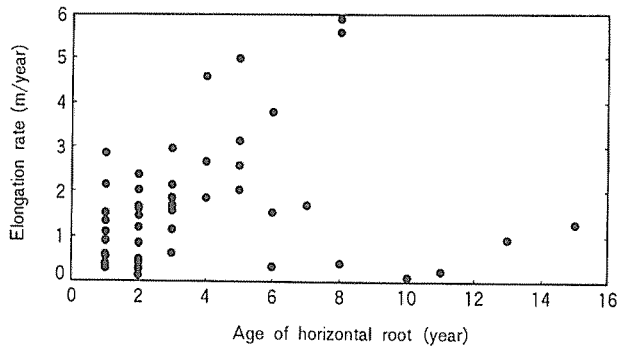

Fig. 4　Elongation rate of horizontal roots in each age class.
図4　各齢級における水平根の伸長速度

年で，平均値では 1.64 m/年となり，この値は前述の系統 1 の全体長から算出した 1.85 m/年に近い値であった．苅住(1979)によれば，側根の成長速度は 30 年生スギで 0.4～0.5 m/年，14 年生スギで 0.26 m/年であり，また 37 年生のクロマツでは 0.5 m/年で，最大の成長量は 1 m であった．これらの値と比較するとここでのニセアカシアの水平根の伸長速度はかなり大きい値と判断されるが，これには本調査地が海岸砂地という特殊な場所であることも考慮する必要があろう．

4.1.4. 根萌芽の樹齢と水平根の年輪数との関係

根萌芽は新しく伸びた水平根上に発生する傾向にあることを述べたが，水平根上での根萌芽の発生順序を明確にするために，ここでは隣接する 2 本の根萌芽の樹齢の関係を図 5 に示す．水平根の伸長側で根萌芽が発生すると，隣接する 2 本では伸長側の樹齢が母樹側より若いかあるいは同齢となる．よって，萌芽間の樹齢を比較することで発生順序を推定することが可能である．対象とした 99 対のうち 4 対において母樹側の樹齢が若い結果となったが，他の萌芽間では常に伸長側の根萌芽が若かった．逆になった 4 本はいずれも既存の根萌芽が枯死した後に発生したもので，枯損部が瘤状になり，瘤の一部から新たに根萌芽を発生させていた．このことから，ほとんどの根萌芽は水平根の伸長側で発生しており，遡って母樹側に発生することは少ないと考えられる．さらに，図 6 は，水平根の年輪数と根萌芽の年輪数を比較したものである．1 個体を除いて，両方の年輪数は同じか，あるいは水平根の年輪数が少ない結果となった．水平根の年輪数が根萌芽の年輪数よりも少ないのはおかしな結果であるが，水平根の年輪は地上部ほど明瞭でなく，特に径の小さな時期での確認が難しいために，年輪数を少なく評価している可能性がある．このことを考慮する

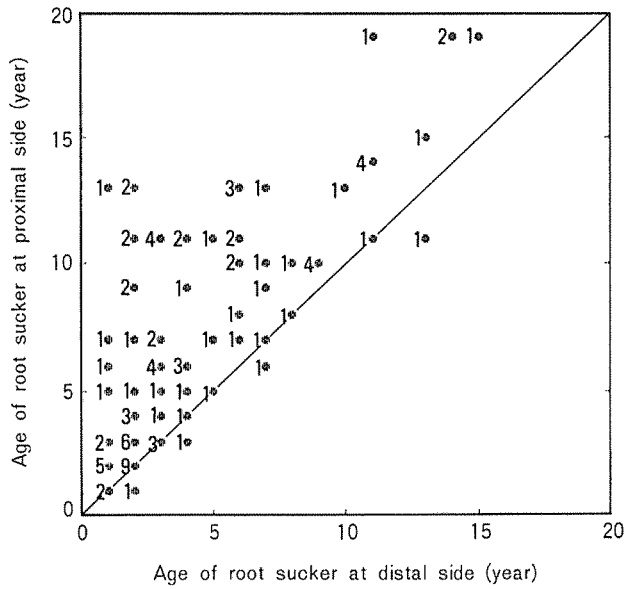

Fig. 5 Comparison of ages in the nearest neighboring root suckers. Figure shows number of root sucker.

図 5　隣接する根萌芽間の樹齢の比較

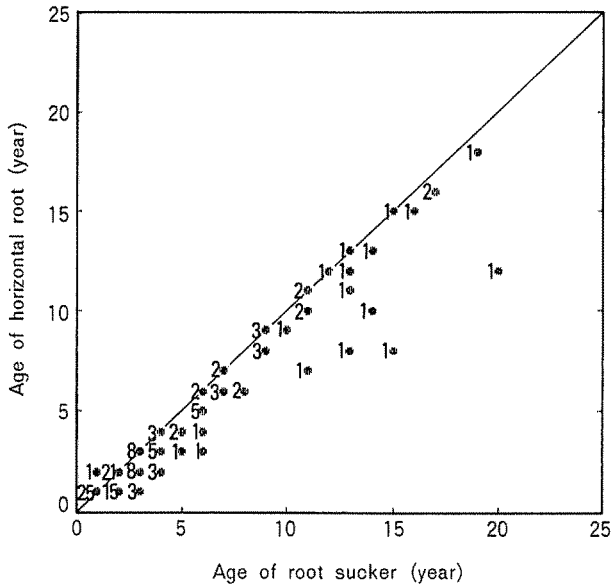

Fig. 6　Relationship between age of root sucker and that of horizontal root. Figure shows number of root sucker.
図 6　根萌芽の樹齢と水平根の年輪数との関係

と，根萌芽の年輪数は水平根の年輪数と一致するか，あるいはそれにかなり近い年輪数をもっているといえる．このことは，これらの根萌芽は水平根が伸長した年，あるいはそれに近い年に発生していることを示唆している．

根萌芽の発生が水平根の伸長側で起きていること、さらにこれらの根萌芽は水平根の伸長した年あるいはそれに近い年に発生していることの二つの結果を総合すると，ここで見られたニセアカシアの根萌芽は，地上部の枝が幹の伸長に伴って発生するのと同様に，水平根の伸長にともなって恒常的に発生している萌芽であると考えられる．Aspen (Zimmermann, 1971)での根萌芽は母樹がなんらかのストレスを受けた時に発生するが，Sweetgum (Kormanik *et al.*, 1967)では母樹が健全な時にも，また，American beech (Robert *et al.*, 1986)では健全，不健全にかかわらず発生することが報告されており，ニセアカシアの根萌芽の発生特性はこれらの Sweetgum や American beech に類似しているといえる．

4.2.　根萌芽の形態的特徴

4.2.1.　根萌芽，側根の外部形態

根萌芽の基部の外部形態を写真 2 に示す．水平根からの二次側根の発生は水平根の伸長側，つまり母樹と反対側に多く見られたが，その発生量は個体によって異なり，多量に発生している個体（写真 2(a)），ほとんど二次側根の見られない個体（写真 2(b)）があった．水平根の直径は根萌芽の母樹側で細く，伸長側で太くなった．根萌芽の根元径と水平根径との関係を見ると，伸長側と根元径の関係では，ほぼ 1：1 の関係にありほとんど同じ大きさであった（図 7(a)）．しかし，根萌芽の母樹側の水平根との関係をみるとほとんどの場合で水平根が細く，しかも水平根の大きさは 2 cm 程度で止まってしまうために，根元径が大

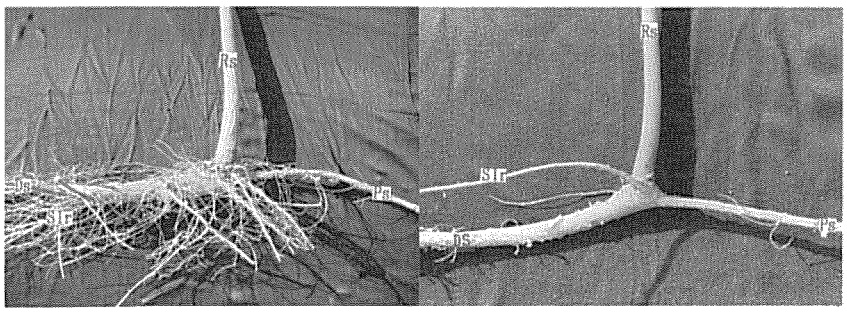

Photo. 2 Morphology of horizontal root and root sucker. Many secondary lateral roots were developed along the horizontal root in (a), but few roots were in (b). Rs, root sucker ; Ds, distal side of horizontal root ; Ps, proximal side of horizontal root ; Slr, secondary laterral root.
写真2　水平根と根萌芽の外部形態

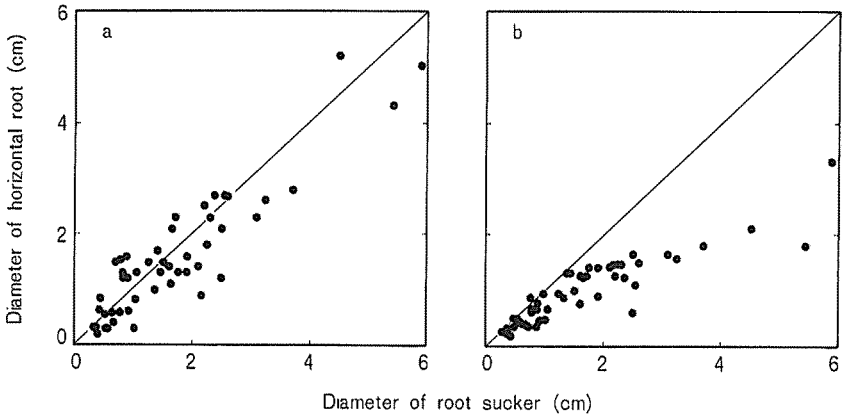

Fig. 7 Relationship between diameter of root sucker and that of horizontal root. The diameter of horizontal root in panel (a) is measured at distal side and that in panel (b) is measured at proximal side.
図7　根萌芽の根元径と水平根の直径との関係

きい程その差は大きくなった（図7(b)）．同様の形態はSweetgum (KORMANIK *et al.*, 1967)でも報告されており，根萌芽で生産された物質の転流が伸長側に優先的に配分されることがこの原因と考えられている．また，Sweetgum (ZIMMERMANN, 1971)では母樹側の水平根は5年から10年の間に枯死してしまうことが報告されているが，本調査地の場合，母樹側の水平根も枯死することなく最大33年間も生存していた．このことから，ニセアカシアの水平根は養水分の移動あるいは，貯蔵などを通して根萌芽の成長に大きな役割を果たしていることが予想される．

4.2.2. 根萌芽の組織学的特徴

切断処理によって根萌芽の発生した水平根の横断面の模式図を図8に，その中心柱付近の組織を写真3に示す．根萌芽発生部には，試料とした15個体のすべてに維管束跡が認め

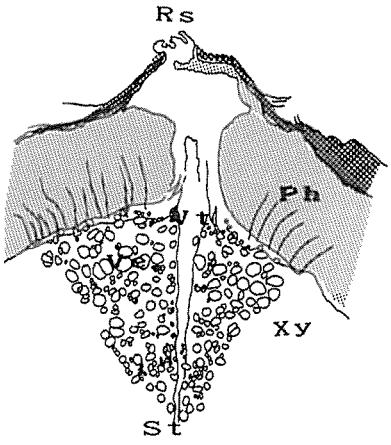

Fig. 8　Cross section of 11 years old horizontal root. A bascular trace originated in former stele and run through the xylem to phloem, and a root sucker had developed above the vascular trace ; Ve, vessel ; St, stele ; Pi, pith.

図8　切断処理によって水平根上に発生した根萌芽の断面の模式図

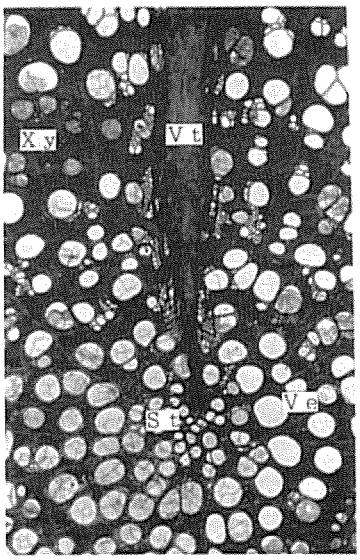

Photo. 3　Vascular trace in Fig.8. Abbreviations are same in Fig.8.

写真3　図8における中心柱付近の維管束組織

られた．この維管束跡の先端部の組織が師部を貫き，その先端部に芽が分化していた．芽の分化している基部はカルス様の組織で，維管束などの組織の分化は不明であった．この維管束跡は中心柱から発生してほぼ同じ大きさで師部まで達しており（写真3），水平根の成長点で分化した分裂組織が表皮内に存在したまま，水平根の肥大成長とともに成長することによって形成された組織と考えられる．このことから，切断処理によって発生する根萌芽は不定的に発生するのではなく，既存の分裂組織の部分から発生しているといえる．

さらに，図9には自然環境下で発生した1年生根萌芽の水平根の横断面を模式図として，また，その中心柱付近の組織を写真4に示す．この場合も切断処理の場合と同様，試料とした15個体すべてについて維管束跡が茎の中心部から発生し，その上部は根萌芽の髄組織と連絡していた．ただし，維管束跡の形態は切断処理に見られた細い維管束跡とは異なり，写真4に示されるように中心柱からすぐに大きく広がり師部まで達していた．このことは，分裂組織が形成と同時に分裂活動を始めたことを示すものであり，切断処理の根萌芽で見られたような休眠の時期なしに根萌芽を発生させているといえる．

次に，水平根の維管束跡の先端部の組織と地上部の潜伏芽の組織を写真5に示す．2年生の地上部の潜伏芽は師部内に埋もれていた（写真5(a)）が，8年生では樹皮から突出した形態をとり（写真5(b)），それぞれクヌギ成木の潜伏芽の形態（玉泉，1987）の6，4タイプに近かった．外部形態には若干の違いは認められるものの，両組織とも分裂組織の部分に薬

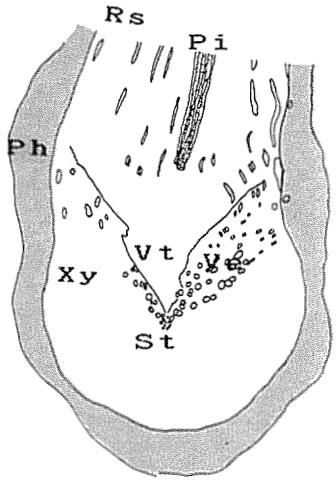

Fig. 9 Cross section of 1 year old horizontal root. A vascular trace originated from former stele but it spread widely and jointed to the root sucker directly. Abbreviations are same in Fig. 8.

図 9 自然環境下で発生した根萌芽の断面模式図

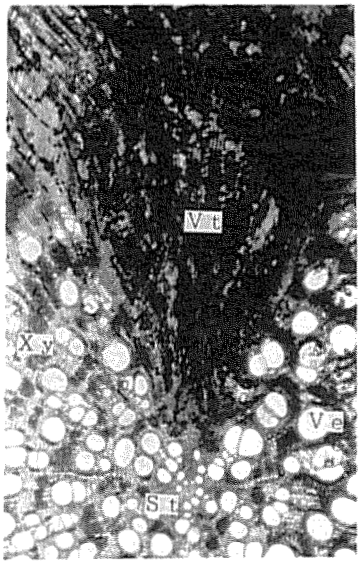

Photo. 4 Vascular trace in Fig.9. Abbreviations are same in Fig.9.

写真 4 図 9 における中心柱付近の維管束組織

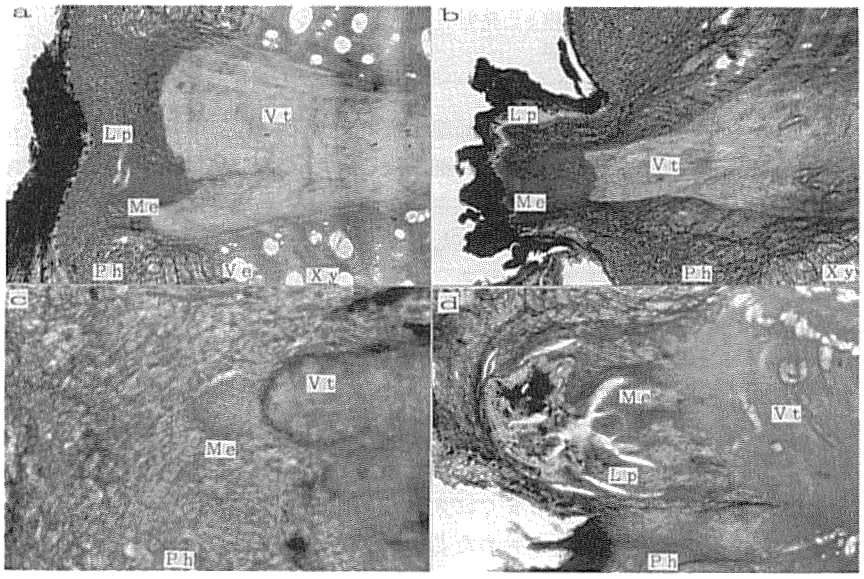

Photo. 5 Morphological features of latent buds in the stem and meristems in the horizontal root. Photo (a), (b) are latent buds of 2 and 8 years old stem, respectively. Photo (c), (d) are meristems of 11 years old horizontal roots. The meristem in photo(c) has no other organ but there are leaf primordia -like organs in photo(d). Lp, leaf primordia ; Me, meristem ; Ph, phloem ; Vt, vascular trace ; Ve, vessel.

写真 5 地上部の潜伏芽と水平根の維管束跡上にみられる分裂組織の形態的特徴

原基らしいものが認められ，休眠芽を形成していることが明らかである．一方，水平根の維管束跡の形態をみると，地上部の潜伏芽に類似した形態をとり，維管束跡の先端部に分裂組織が確認され（写真5(d)），ここにも葉原基に類似した組織の分化しているもの（写真5(d)）が認められた．

これらの結果を総合すると，ニセアカシアの水平根の表皮内には地上部の潜伏芽に類似した形態をもつ分裂組織が休眠あるいは休眠芽を形成しており，切断などの障害を受けるとこれらの分裂組織から根萌芽を発生するものといえる．この分裂組織は，水平根の中心柱から表皮に伸びた維管束跡とつながっていることから，分化の初期に形成された分裂組織と考えることができる．また，自然に発生した根萌芽の場合，維管束跡は中心柱から直接大きく広がり，分裂組織が分化と同時に活性化したことを示しており，休眠芽となる期間のなかったことをうかがわせる．このことは，根萌芽の発生が水平根の伸長にともなって，恒常的に発生しているとした前述の結論を支持する結果といえる．

4.2.3. 維管束跡の分布

維管束跡の分布を直径の異なる5年生の水平根4本について調査した．また，根萌芽の伸長側，母樹側の水平根での維管束跡と二次側根の分布を調査した．

図10には，4本の水平根の表皮の展開図を示す．図では1本の直列線を中心に置き，この直列線からのそれぞれの維管束跡の位置を表わしている．いずれの水平根でも規則的な配列が見られ，5本の直列線上に位置した．No. 1，3の水平根では，一部の維管束跡から根を出しているのもあり，これらも直列線上に位置した．また，No. 2では不完全ながら斜列線も認められ1/5葉序に近い配列であった．熊沢（1979）によれば，1個の母根から分枝する一次水平根の配列関係を根序（rhizotaxis）と呼ぶことがあるが，ここでの配列もこの

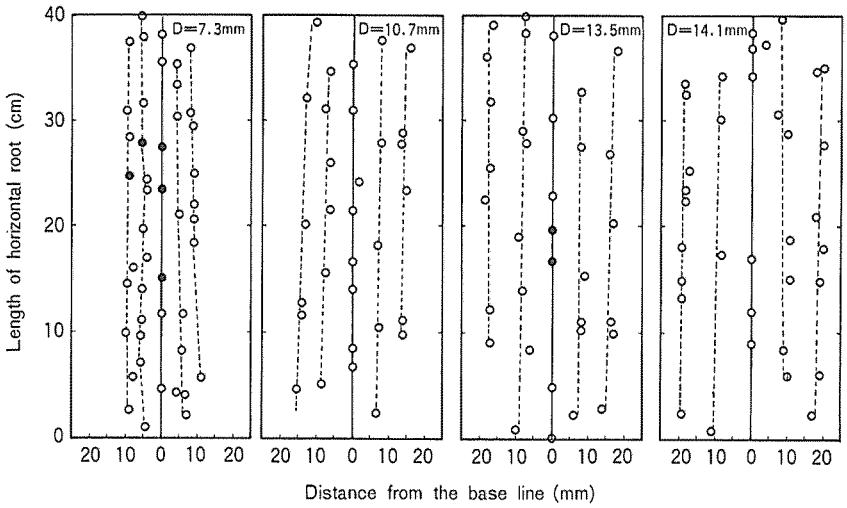

Fig. 10　Distribution of vascular trace on the surface of horizontal root. Diameter of each horizontal root is showed in the panel. Circle and closed circle indicate vascular trace and secondary lateral root, respectively.
図10　水平根の表皮上での維管束跡，二次側根の分布

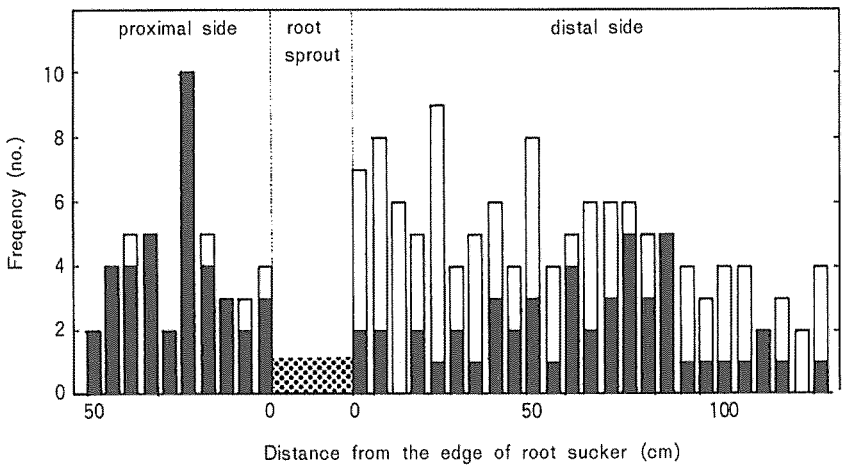

Fig. 11 Distribution of vascular trace and secondary lateral root in the horizontal roots which were located distal and proximal side of a root sucker. Black bar indicates vascular trace and white bar indicates secondary lateral root, respectively.

図11 根萌芽の前後の水平根における維管束跡と二次側根の分布

根序に該当するものと考えられ，このことから，維管束跡はもともと二次側根として分化した組織が休眠することによって形成されたものであると推察される．

さらに，根萌芽の前後の水平根内での維管束跡と二次側根の分布を図 11 に示す．根萌芽の発生部位では木部のねじれのため維管束跡の確認が困難だったので，図には根萌芽の部分をはずして示してある．維管束跡の分布は，根萌芽の母樹側で多く，伸長側では減少する傾向が認められた．これに対し，二次側根は，母樹側ではほとんど発生せず，根萌芽から先端側で増加した．維管束跡と二次側根の合計は根萌芽に接する伸長側の 50 cm 程でやや多い傾向にあったが，以外の部位では大きな差はなかった．このことは，二次側根が維管束上の分裂組織から発生している可能性を示しており，休眠した分裂組織は根として成長する能力を維持していることがわかる．休眠している分裂組織がどのような機構で根萌芽あるいは根として分化していくのかについては，今後の研究が必要である．

5. ま と め

海岸クロマツ林内に生育するニセアカシアの調査，および，根萌芽の組織観察によって以下のことが明らかになった．

1)調査地内に生育する個体はほとんどが地表近くを走る水平根上に発生した根萌芽であった．その水平根の最長は 60.9 m で，年平均伸長速度は 1.64 m/年と推定された．

2)ニセアカシアの根萌芽は新しく伸長した水平根上に毎年継続的に発生しており，ストレス条件下で発生する萌芽と異なり，恒常的に発生する萌芽であると考えられた．

3)切断処理によって発生した根萌芽，自然環境下で発生した根萌芽はいずれも，水平根の中心柱から伸びる維管束跡上に位置し，不定的な発生は見られなかった．

4)維管束跡は5本の直列線上に規則的な配列をしており，これらは，二次側根として分化した分裂組織が休眠することで形成された組織であると推察された．
5)維管束跡の先端部の師部内には分裂組織が存在し，これらの分裂組織の形態は地上部の潜伏芽の形態に類似しており，葉原基様の組織の分化も確認された．
6)切断処理で発生した根萌芽は休眠した分裂組織から発生したが，自然環境下で発生した根萌芽は，分裂組織の休眠なしで発生していた．このことは，ニセアカシアの根萌芽には休眠した分裂組織と休眠しない分裂組織に由来するものがあることを示している．

引 用 文 献

Dore J. (1955) : Studies in the regeneration of horseradish. Ann. Bot. 19 : 127-137

Douglas, D. A. (1989) : Clonal growth of *Salix setchelliana* on glacial river gravel bars in alaska. J. Ecol. 77 : 112-126

玉泉幸一郎(1987)：クヌギの萌芽に関する研究(II)－成木における潜伏芽の特徴－．98回日林論，451-452

苅住昇 (1979)：樹木根系図説．誠文堂，東京，pp. 122-127

Kormanik, P. P. and Brown, C. L. (1967) : Root buds and the development of root suckers in Sweetgum. For. Sci. 13 : 338-345

熊沢正夫 (1979)：植物器官学．裳華房，東京，pp. 304-312

長谷川栄 (1984)：北海道における天然生海岸林の保全に関する基礎的研究－石狩海岸におけるカシワ林の構造と更新－．北大演報，41：313-428

Robert, H. J. and Dudley, J. R. (1987) : Root sprouting in American beech : production, survival, and the effect of parent tree vigor. Can. J. For. Res. 17 : 539-543

Robert, H. J. and Dudley, J. R. (1986) : Special distribution on and development of root sprouts in *Fagus grandifolia* (Fagaceae). J. Bot. 73 : 1723-1731

Schier, G. A. (1981) : Physiological research on adventious shoot development in aspen roots. U. S. D. A. Forest Serv. Gen. Tech. Rep. INT-107, Ogden, UT.

Sutton, R. F. : Root and root system terminology. For. Sci. Mono. 24 : pp. 1-137

Zimmermann, M. H. and Brown, C. L. (1971) : Trees -structure and function-. Springer-Verlag, New York. pp. 30-35

Summary

Distributions of horizontal roots and root suckers in *Robonia pseudo-acasia* L. were investigated in a coastal black pine forest and the morphological features of root sucker were observed by microscopic method.

Many horizontal roots were creeping about 10 cm below the ground, and root suckers had developed on these horizontal roots. The maximum length of horizontal roots was 60.9m and the averaged elongation rate was assumed to be 1.64m/year. There were 143 indivisuals in the investigated site, and almost all of them had originated from root suckers.

Root suckers could be found on every age classes, and ages of root suckers were corresponded with that of horizontal roots. These results suggest that root suckers of *R. pseudo-acasia* had developed continously not under stress conditions but under natural conditions closely

following the elongation of horizontal roots.

Many vascular traces could be observed in the epidermis of horizontal roots. Every root sucker, developed by cutting treatment, was situated above these vascular traces. Vascular traces were arranged regularly on five orthostichys, indicating that vascular traces would be the mark of secondary laterral roots that had been suppressed under epidermis. In contact with these vascular traces, many meristems could be observed in the epidermis, some of which had leaf primordia-like organs. The morphology of these meristems were similar to that of latent buds in the stem. The root suckers developed under natural conditions had similar morphology but their bascular traces had spread widely from the stele, indicating that there were no suppressed period for their development.

These morphological features suggested that root suckers of *R. pseudo-acasia* had originated from the apical meristems of secondary root which were bedded or differentiated in the horizontal roots.