

イワテヤマナシ *Pyrus ussuriensis* var. *aromatica* (Nakai et Kikuchi) Rehder の地下構造について

竹 中 則 夫
矢 野 悟 道

I はじめに

1976年9月、北海道札幌郡広島町において、樹齢約90年、樹高約10m、胸高直径56cm、根元直径78cmのイワテヤマナシ (*Pyrus ussuriensis* var. *aromatica*) の根系調査を行った。このイワテヤマナシは千歳一札幌を結ぶ道央自動車道の急傾斜部バイパス予定地に生育し、バイパス建設のため伐採を強いられるに至り、自然保護の立場より、広島町及び北海道大学、辻井達一助教授から根系調査の依頼があって行われた。筆者らは樹木の地下部の生態及び樹木の移植、管理等の応用分野における指針を得るために本調査を行った。ナシの根に関する研究報告は果樹園芸の分野においていくつか見られるが、若令木による実験報告が多く、本調査のような樹令約90年を越える老令木の根系に関する報告はないので、調査結果について報告する。

本調査を実施するにあたり、北海道大学・辻井達一助教授、および北海道開発コンサルタント・沢畑浩氏には貴重な御助言、御協力を頂き、NHK（東京：産業科学部）及び広島町役場の職員の方々には多大の御支援を頂いた。現地調査にあたっては神戸女学院中高部・大川徹氏、神奈川県林業試験場・中川重年氏に多大の御協力を賜ったので併せて深謝する。

II 調査方法及び調査地環境

イワテヤマナシの根元より、南西に約50cmはなれた地点に北西から南東方向に地面に垂直な断面を切り (Photo 2), その断面でイワテヤマナシの根が出現する範囲 (北西方向に540cm, 南東方向に220cm, 垂直方向に260cm) 内において、水平、垂直方向にそれぞれ20cm間隔でひもを張ることにより、20cm×20cmの枠を断面全体につくった。各枠ごとに出現する根の直径、数量の測定と根系のスケッチを行った (Additional Table・Additional Figure)。

一方、地上部においてはイワテヤマナシの樹冠投影図の作成及び調査地の植生調査を行った (Fig. 1, Table 1)。

調査地の地形はS20°E方向に約5°の傾斜があり、土壌は上層40cmまでは黒色土層、40cm～60cmまでは黒褐色土層、60cm以下は褐色土層の沖積土であった。湧水は地表下220cmにおいて始まり、250cmにおいて不透水層が見られた。地上部の植生 (イワテヤマナシを中心とした周辺植生) はカモガヤ、ススキを主要構成種とする放棄畑跡地に成立する群落であった。

III 調査結果

調査結果をまとめるにあたり、イワテヤマナシの根 (R) を直径の大きさにより、下記のよ



Photo 1 調査されたイワテヤマナシ
Pyrus ussuriensis var. *aromatica* investigated

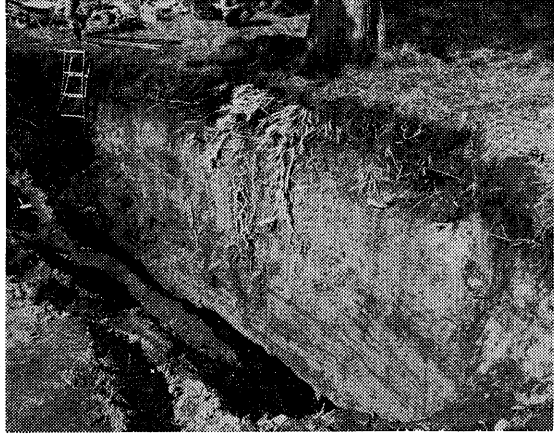


Photo 2 根系調査のための調査溝
Trench digged for the investigation of root system

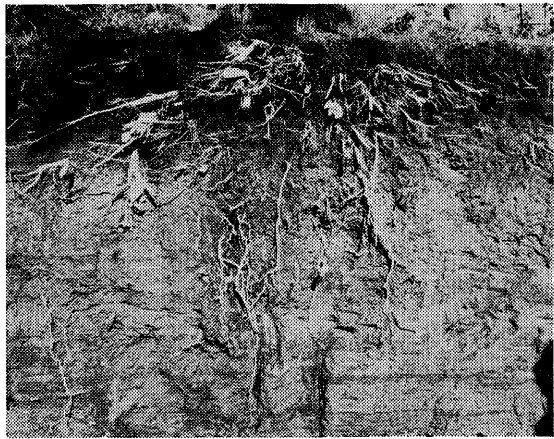


Photo 3 イワテヤマナシの根系
The root system of *Pyrus ussuriensis* var. *aromatica*

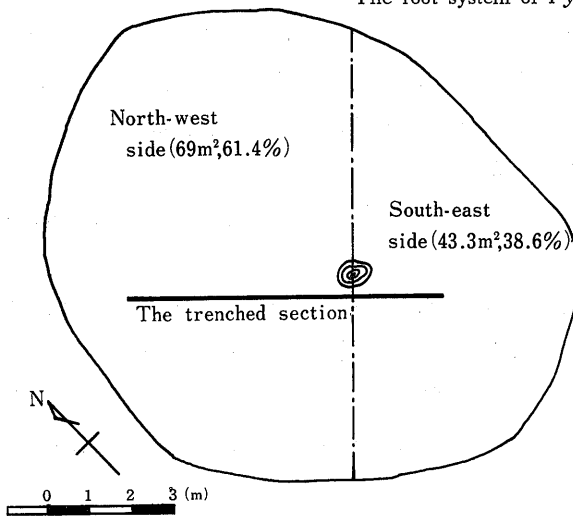


Fig. 1 イワテヤマナシの樹冠投影図
The projection of crown of *Pyrus ussuriensis* var. *aromatica*

Table 1 調査地周辺の植生
Circumferencial vegetation of the area investigated

Species	種名	被度 Cover degree
<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	2
<i>Dactylis glomerata</i>	カモガヤ	4
<i>Geum japonicum</i>	ダイコンソウ	+
<i>Agrimonia pilosa</i>	キンミズヒキ	1
<i>Plantago asiatica</i>	オオバコ	1
<i>Pyrus ussuriensis</i> var. <i>aromatica</i>	イワテヤマナシ	+
<i>Duchesnea chrysantha</i>	ヘビイチゴ	1
<i>Lilium lancifolium</i>	オニユリ	+
<i>Artemisia montana</i>	オオヨモギ	+
<i>Commelina communis</i>	ツユクサ	+
<i>Oxalis corniculata</i>	カタバミ	+
<i>Trifolium pratense</i>	ムラサキツメクサ	+
<i>Polygonum thunbergii</i>	ミゾソバ	+
<i>Viburnum dilatatum</i>	ガマズミ	+
<i>Potentilla riparia</i>	ミツバツチクリ	+
<i>Polygonum longisetum</i>	イヌタデ	+
<i>Petasites japonicus</i> var. <i>giganteus</i>	アキタブキ	+

Investigated date (調査年月日) Sept. 21, 1976

Altitude (海拔) 40m Inclination (傾斜) 5°

Exposition (方位) S20°E Quadrat area 100m²

うに分類し、それぞれの根の大きさ別に水平分布、垂直分布を調べた。

細根…… $R \leq 0.5\text{mm}$ 中細根…… $0.5\text{mm} < R \leq 2\text{mm}$

中根…… $2\text{mm} < R \leq 5\text{mm}$ 大根…… $R > 5\text{mm}$

a) 根群の水平分布

イワテヤマナシの地下部における根の分布を水平的に見ると、細根、中細根及び中根は幹の中心より540cmのところまで分布していた。根径別に最も多く分布する範囲を見ると、細根は幹の中心点付近より40cm～60cmの間に19.9%、中細根は60cm～80cmの間に21.2%、中根は40cm～60cmの間に27.1%、大根は20cm～40cmの間に22.2%分布している (Fig. 2)。細根と中細根は幹の中心に最も近い点より80cm離れたところまでに、中根と大根は幹の中心より最も近い点より60cm離れたところまでにそれぞれの根の50%が分布していた (Fig. 3)。

幹を中心に、北西部と南東部の根の分布を比較してみると、北西部にかなりの偏りを示し (Fig. 4, Table 2)、大根、中根、中細根、細根と根径が小さくなるにつれて偏りが大きく、いずれの根も樹冠投影面積比 (61:39) よりも大きい偏りを示している。

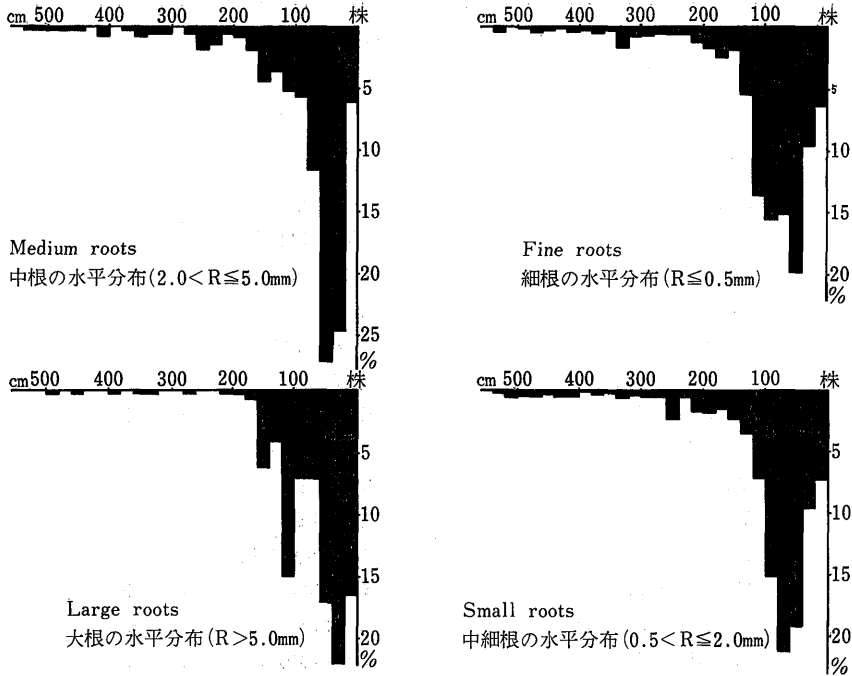


Fig. 2 イワテヤマナシの根系水平分布
Horizontal distribution of the root system

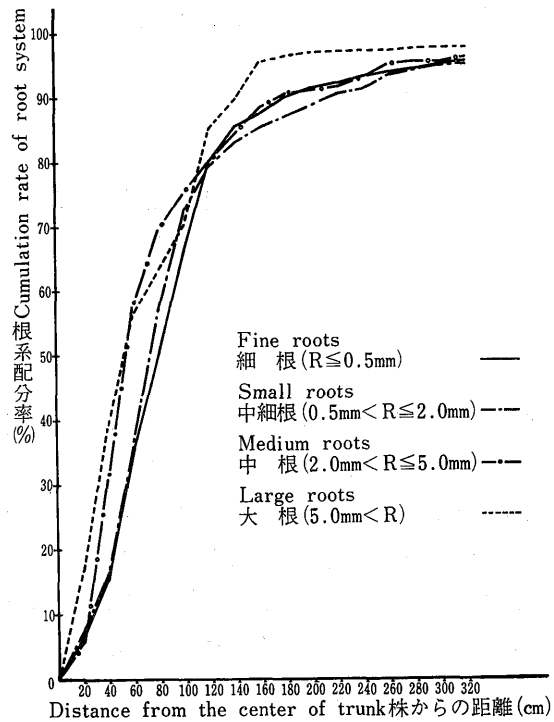


Fig. 3 水平分布の累積曲線
Cumulative curve of horizontal distribution

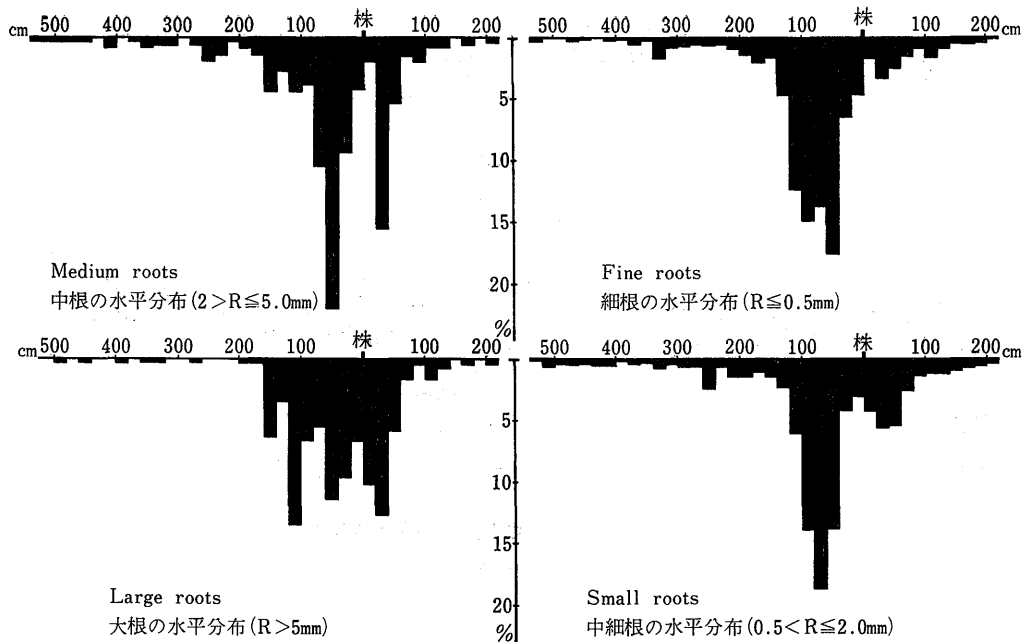


Fig. 4 イワテヤマナシの樹幹両側の根系水平分布
Horizontal distribution of the root system on the both sides from the center of trunk

Table 2 北西部と南東部における根系の分布率
Root distribution ratio of North-west and South-east side

根の種類 分布域	細根 Fine root	中細根 Small root	中根 Medium root	大根 Large root
北西部 North-west side	87%	76%	72%	67%
南東部 South-east side	13%	24%	28%	33%

b) 根群の垂直分布

地下部における根の分布を垂直的にみると、大根は地下水位圏(220cm)にまで達していた。いずれの根も地表下20cm~40cmにおいて最も高い分布率を示し、その範囲内に細根は21.3%、中細根は31.4%、中根は31.5%、大根は23.4%であった (Fig. 5)。また細根と大根は地表下100cmを、中細根と中根は地表下80cmを境として分布率が急激に減少している。細根、中細根、中根は地表下60cmまでに、大根は地表下80cmまでに全体の約50%が分布し、いずれの根も地表下100cmまでに全体の約80%が分布していた (Fig. 6)。

IV 考察

今回行った調査のように、イワテヤマナシ (*Pyrus ussuriensis* var. *aromatica*) の老令樹の

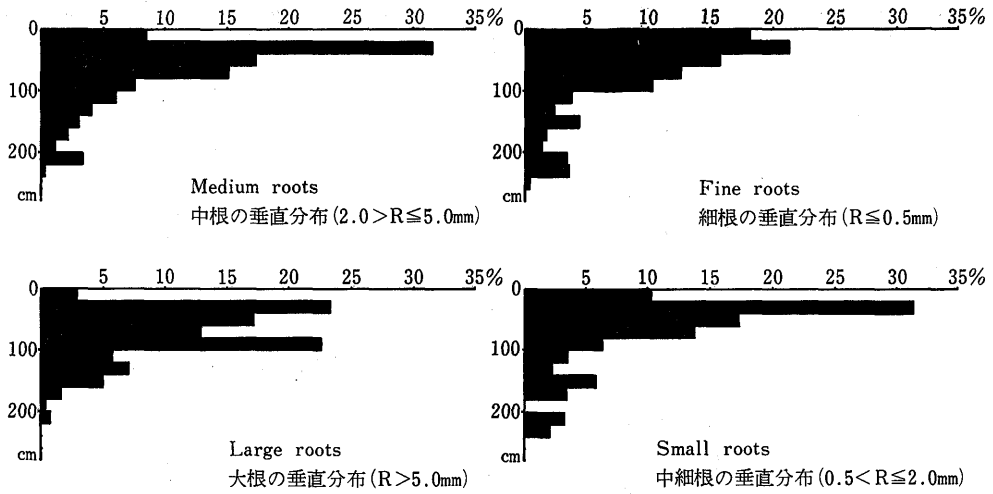


Fig. 5 イワテヤマナシの根系垂直分布
Vertical distribution of the root system

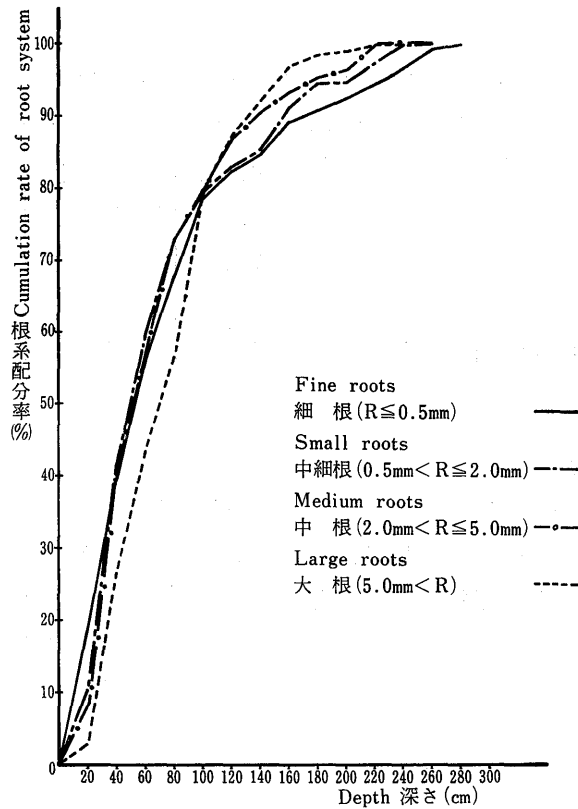


Fig. 6 垂直分布の累積曲線
Cumulative curve of vertical distribution

根に関する調査報告はほとんどなく、わずかに苧住が行ったイワテヤマナシの近縁種であるヤマナシ (*Pyrus pyrifolia* Nakai) の根系に関する調査報告が見られるにすぎない。苧住は野辺山国有林で樹令40年、樹高10m、胸高直径26cmのヤマナシの根系調査を行い、ヤマナシの根系の特徴として、垂下根は少なく、やや太い斜出根を持つことをあげている。今回のイワテヤマナシの根系調査においても、数本の細い垂下根と、やや太い数本の斜出根が断面に現われ、細根、中細根、中根の約50%が地表下60cmまでに、大根の約50%が地表下80cmまでに分布していた。根系の最大の深さ 260 cmの約 $\frac{1}{4}$ 内に根系の50%が分布し、苧住の調査結果とほぼ一致した (Fig. 7)。

藤村は1936年、砂土、植砂土及び粘土を用いて、各2種ずつで深さ15cm毎の互層を作り、これに植栽した梨を2年後の調査で、各層間の根の分布を比較し、梨の根の発達と土層の関係について次のように報告している。

1. 粘土層を有するものは、砂土及び植砂土のみのもものより地上部ならびに地下部の重量は優る。
2. 砂土層での根の分布は深くなるにつれて成育が不良であり、植砂土層では良好である。一方、粘土層での根の分布は最も良く、深くなるにつれ植砂土層の根の分布状態に近づく。
3. 細根の分布状態は土層の影響を受けることが著しい。
4. 細根は粘土層において最も多く分布する。
5. 根の枯死率は粘土層内において最も少ない。

本調査における根の垂直分布を見ると、地表下200cm以下での細根、中細根の分布率が比較的高くなっている。これは地表下200cm以下において粘土層の分布が多くなり、藤村の実験結果と同様、粘土層内での細根、中細根の発達が見られたものと考えられる。

イワテヤマナシの根の水平分布状態より、北西部と南東部の根の分布を比較すると、北西部への根の偏りが大きく、根の直径が小さくなるにつれて偏りが大きい傾向が見られる。これは幹の中心部から南東方向6.5mの地点に約1.5mの落差があり、幹の中心部から南東側の土壌は幹の中心部から北東側の土壌に比べて乾燥が大きいため生じたものと考えられる。

本調査の結果、根径別の根の水平、垂直分布が明らかになったので、これらの結果からその応用について考えてみると次のようになる。このイワテヤマナシは植栽された果樹であるため、果樹園芸の分野における応用も考えられるが、今回の調査樹は樹令約90年以上の老令樹であるため、ここでは老令樹移植時の効果的根回し範囲について検討を試みる。

調査断面の水平線で、幹の中心に最も近い点を基点とし、水平な軸 (x 軸) と垂直な軸 (y 軸) とで座標をつくり、 x 軸、 y 軸に20cm間隔に、細根、中細根、中根及び大根の水平、垂直分布率の積算値を記入し、 $x \cdot y$ の積を求めた。それぞれの積が、50, 70, 80に近い値を示す点を選び、その点を基点よりの距離座標 (水平、垂直距離) で求め、その積が最小となる点の水平、垂直距離を求めると、それぞれの根の50%, 70%, 80%の分布域が断面より推定される (Fig. 8)。

Distance from the center of trunk

(cm) 540 520 500 480 460 440 420 400 380 360

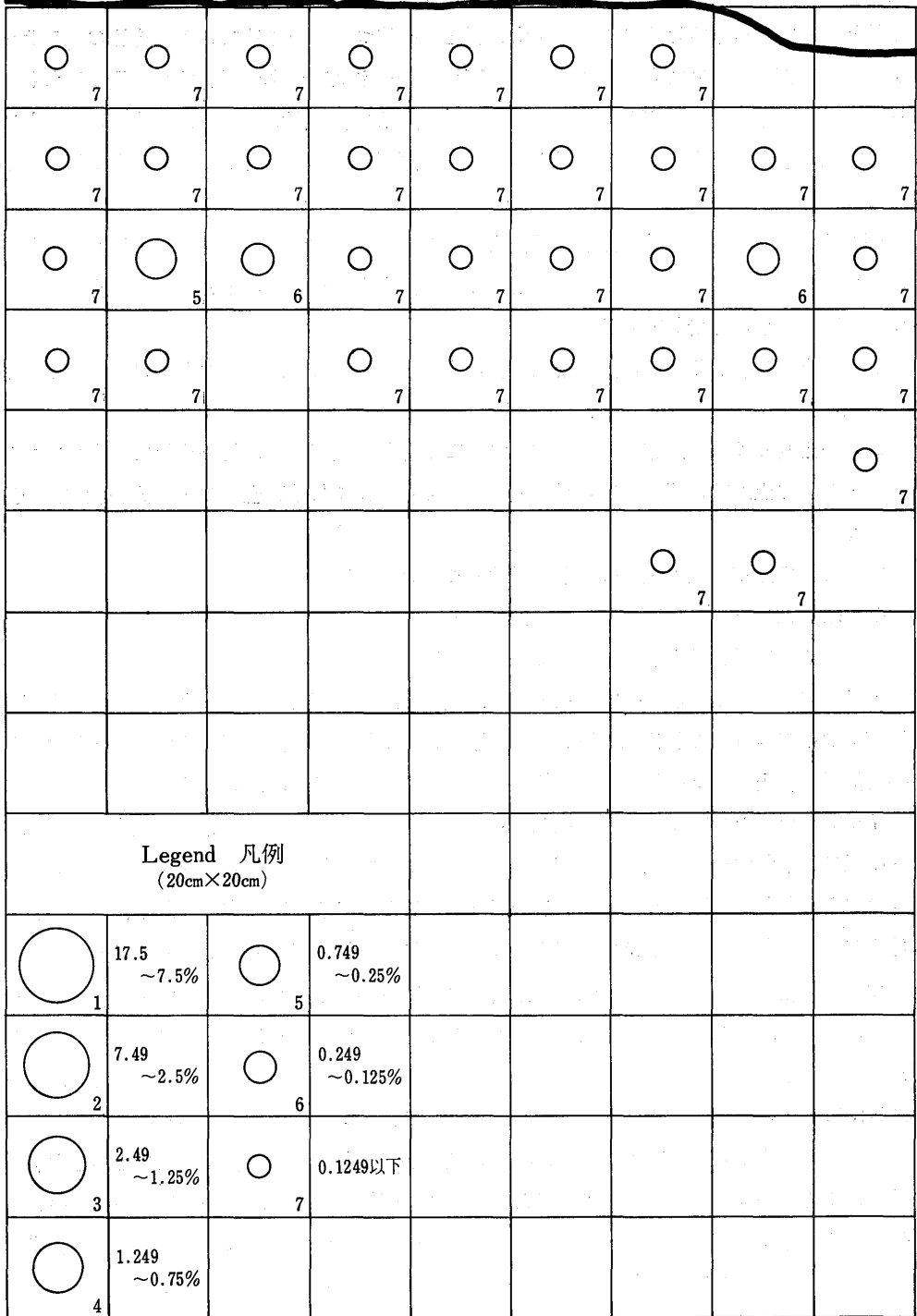
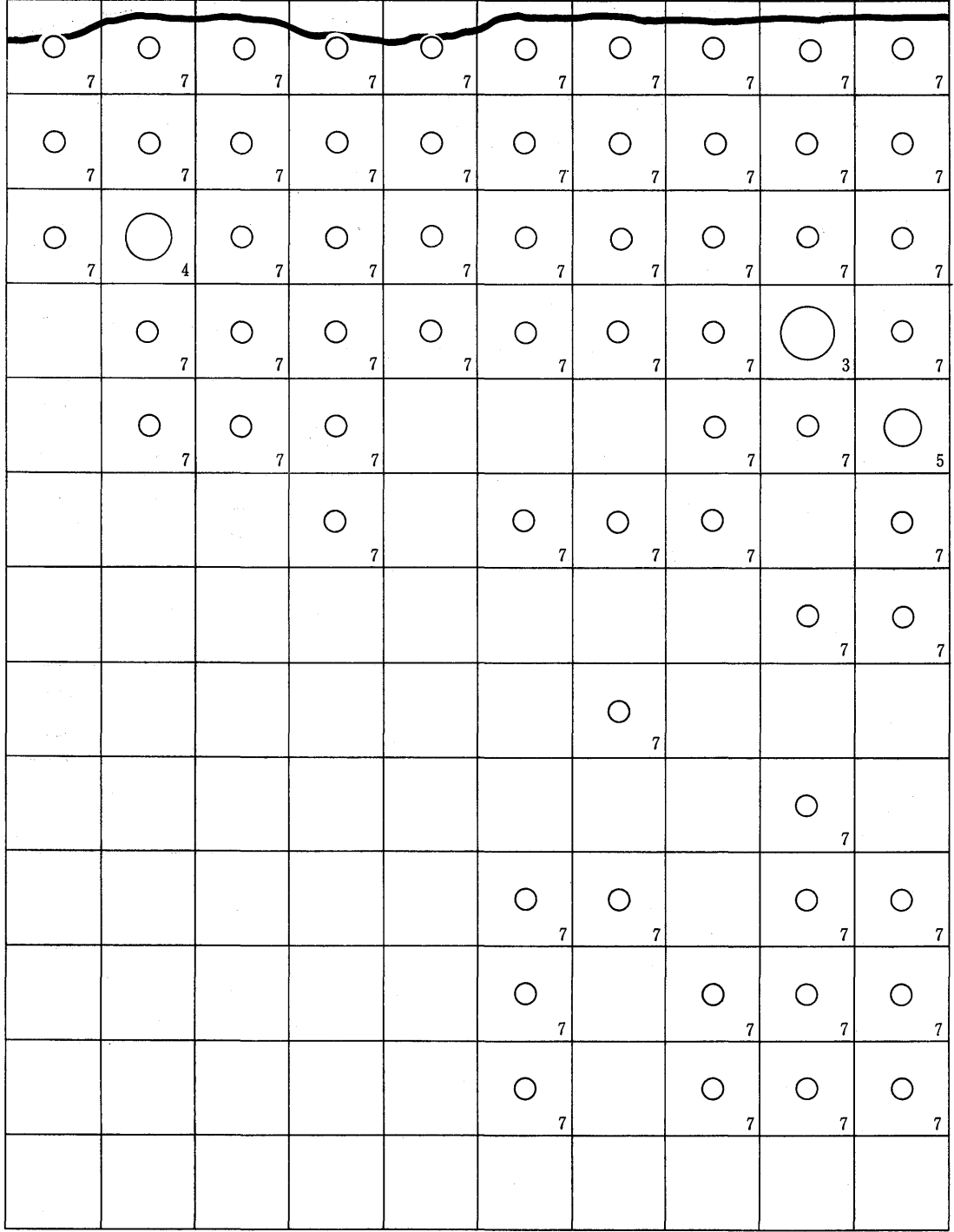
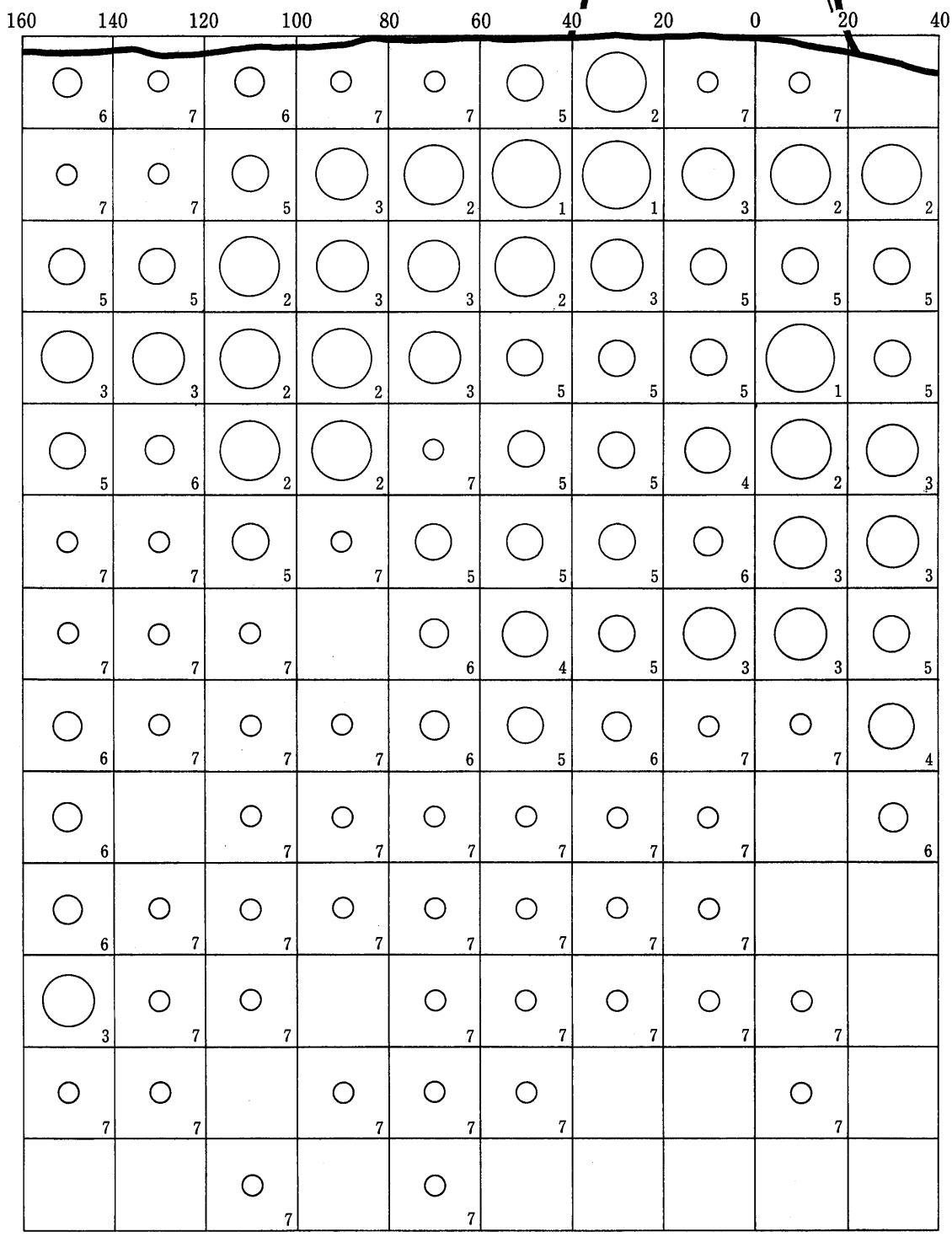
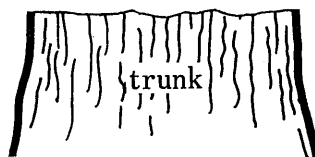


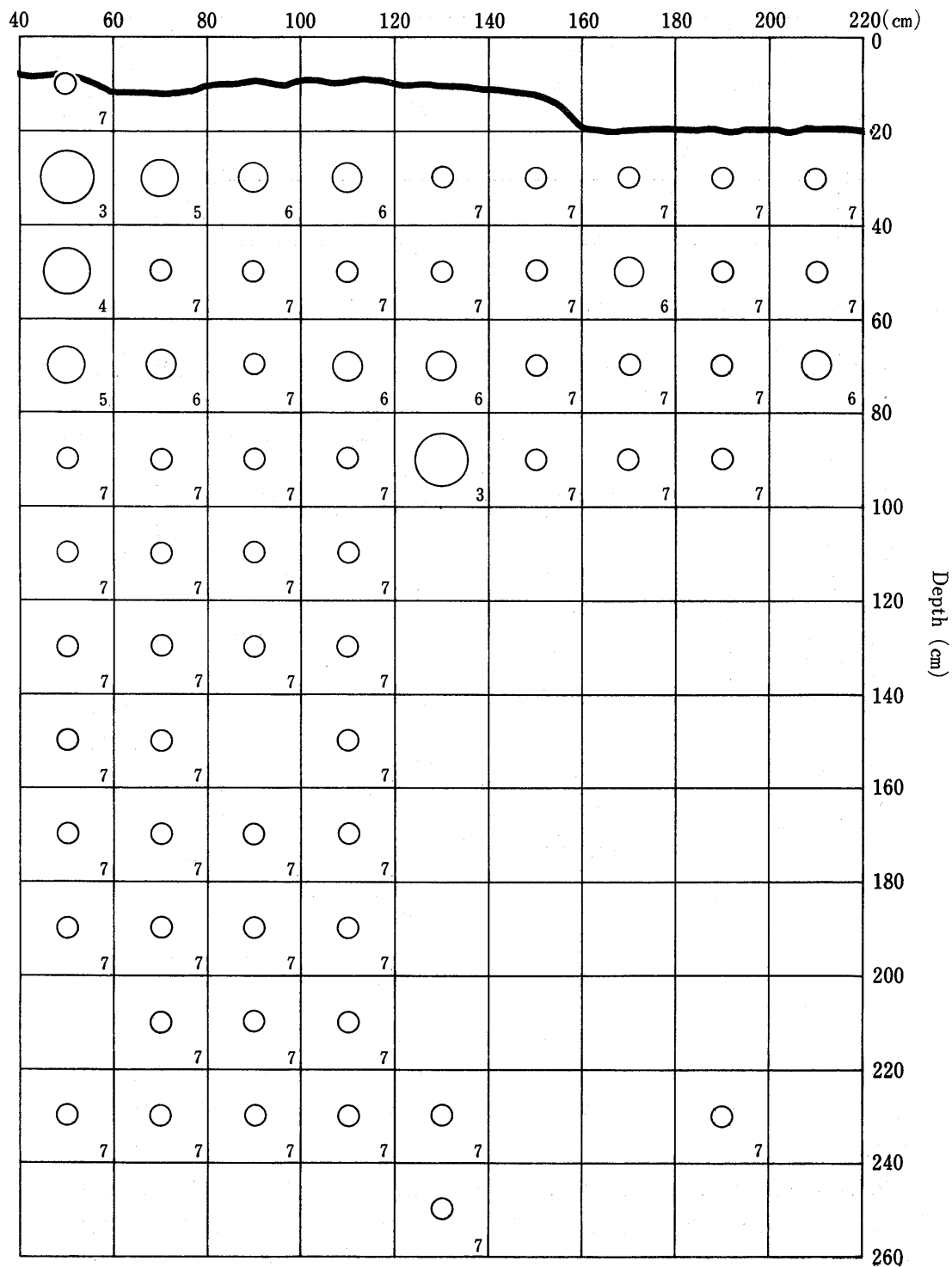
Fig. 7 イワテヤマナシの根系占有率 (1 枠当り)
Cover percent of roots for each quadrat

360 340 320 300 280 260 240 220 200 180 160





Distance from the center of trunk



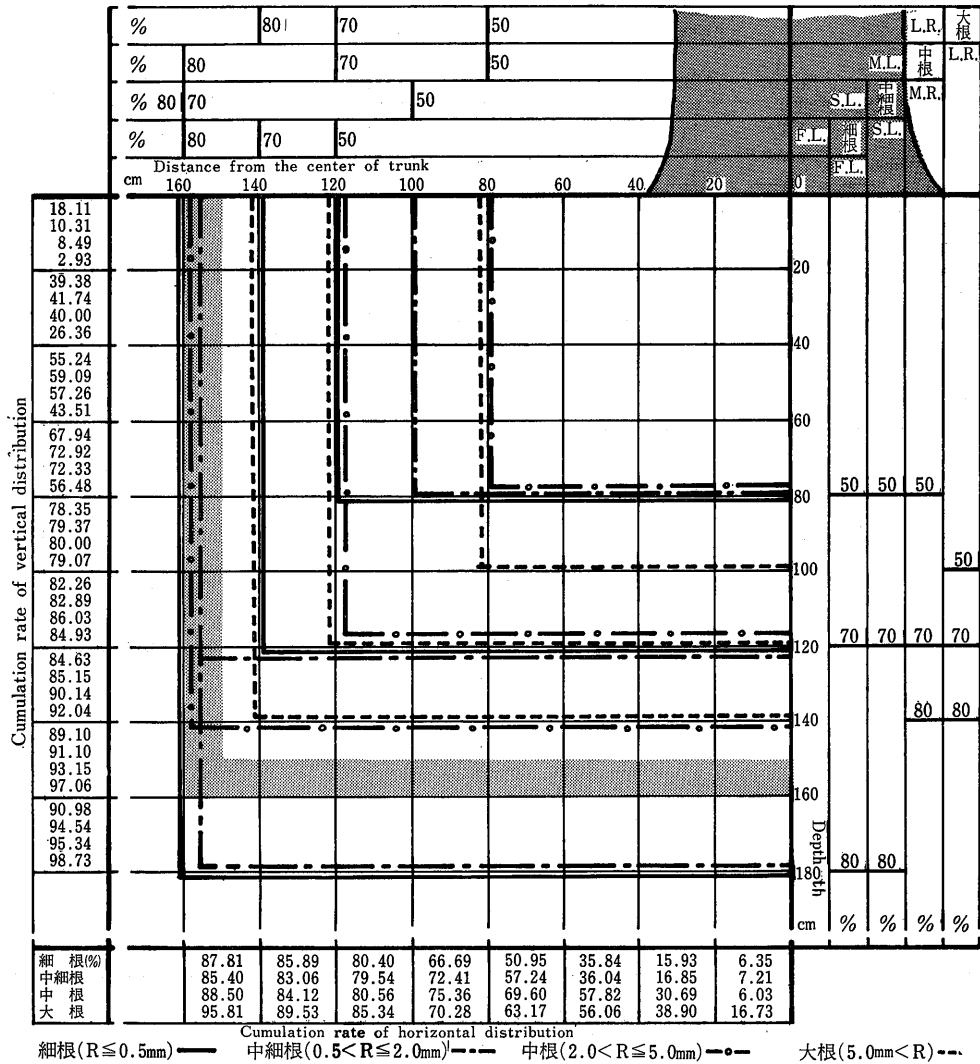


Fig. 8 根域内における根系の直径別分布量
Distribution density of the root system

- shows the distribution range containing 50%, 70%, 80% of fine roots.
- shows the distribution range containing 50%, 70%, 80% of small roots.
- o — shows the distribution range containing 50%, 70%, 80% of medium roots.
- - - - shows the distribution range containing 50%, 70%, 80% of large roots.

一方、根の水平分布、垂直分布の累積曲線 (Fig. 3, Fig. 6) を見ると、水平分布において幹の中心部に最も近い点より160cm以内、垂直分布においても地表下160cm以内に、いずれの根も80%以上の分布率を示している。

以上2つの結果より、沖積土に生育する樹令約90年以上、樹高約10m、胸高直径56cm、根本直径78cmのイワテヤマナン移植時の根の掘り取り範囲及び残根率を推定してみると、幹を中心に半径160cm、深さ160cmが最も効果的な掘り取り範囲で、細根の78.2%、中細根の77.8%、中根の82.4%、大根の93.0%が掘り取り範囲内に残ることになる。造園学分野における樹木移

植時の根の掘り取り範囲は掘り取り巾が幹を中心に樹木の根元直径の3～5倍、深さは根元直径の2～5倍とされているが、今回のイワテヤマナシの根系調査の結果えられた根系分布状態からの推定値とほぼ一致することが解った (Fig. 9)。

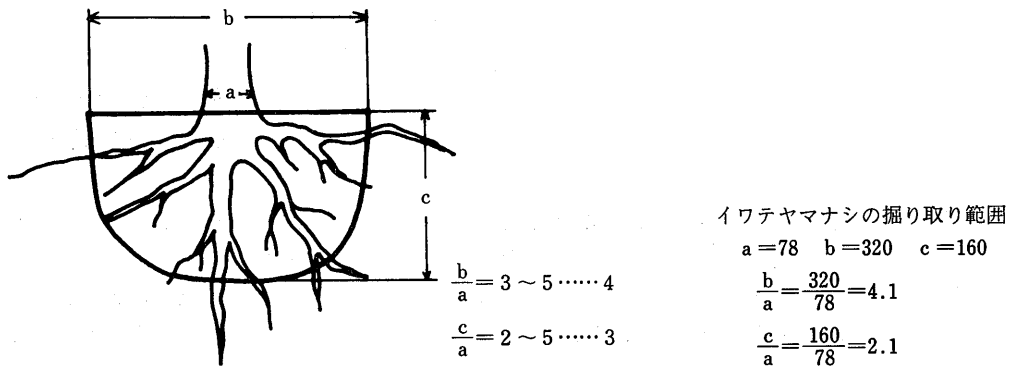


Fig. 9 移植樹木の掘り取り範囲 (造園学) とイワテヤマナシの掘り取り範囲
 Optimum digging-out dimensions when transplanting in landscape architecture and the case of *Pyrus ussuriensis* var. *aromatica*

References

1. J.E. Weaver & J. Kramer (1932) : Root System of *Quercus macrocarpa* in relation to the invasion of prairie, Bot. Mag. (94), 51~85.
2. S. Miyazaki (1935) : Wurzelstudien an Waldbäumen, Journal Japanes Forest Society, 17, 620~636.
3. L.M. Turner (1936) : A comparison of roots of Southern short leaf pine in three soils, Ecol, 17, 649~658.
4. 藤村次郎 (1936) : 梨の根の発達と土層との関係に就いての実験, 園芸学雑誌, 7 (1), 27~36.
5. L.J. Pessin (1939) : Root habits of long leaf pine and associated species, Ecol, 20, 47~57.
6. W.H. Duncan (1941) : A study of root development in three soil types in the Duke forest, Ecol, 11, 143~163.
7. 須佐寅三郎・青葉 高・石塚昭吾・安部修一 (1952) : 地下水位が果樹の根の発育に及ぼす影響について, 園芸学雑誌, 21, (2), 113~116.
8. 荻住 昇 (1957) : 樹木の根の形態と分布, 林業試験場研究報告, (94).
9. 矢野悟道 (1936) : 地下器官の類型とその生態学的意義 I. 根系形態による類型, ヒコピア, 3 (4), 307~315.
10. 矢野悟道 (1965) : 地下器官の類型とその生態学的意義 II. 根系の深度による類型, ヒコピア, 4 (3), 222~236.
11. N. Karizumi (1974) : The mechanism and function of tree root in the process of forest production I. Method of investigation and estimation of the root biomass, Bulletin of the Government Forest Experiment Station, (259), 1~99.
12. N. Karizumi (1976) : The mechanism and function of tree root in the process of forest production III. Root density and absorptive structure, Bulletin of the Government Forest Experiment Station, (285), 1~149.
13. 矢野悟道 (1977) : 群落の組成と構造 (5. 群落の地下構造と機能), 朝倉書店, 252~326.
14. 荻佐 昇 (1979) : 樹木根系図説, 誠文堂新光社.
15. 最新園芸大辞典第6版 (1978年) 4, 誠文堂新光社, p.1847.

原稿受理 1979年6月29日

Summary

The Root System of *Pyrus ussuriensis* var. *aromatica* (Nakai et Kikuchi) Rehder

Norio Takenaka
Norimichi Yano

The investigation of the root system of *Pyrus ussuriensis* var. *aromatica* was carried out in Hiroshima-cho, Sapporo-gun, Hokkaido in September, 1976.

This *Pyrus ussuriensis* var. *aromatica* had aged about 90 years and grown to a height of about 10m on alluvial soil. For the investigation, a trenching method was employed. The trenched section was wholly divided into quadrats (20cm × 20cm) and for every quadrat, the root distribution was measured horizontally and vertically according to the following classification:

Fine root ... $R \leq 0.5\text{mm}\phi$

Small root ... $0.5\text{mm}\phi < R \leq 2\text{mm}\phi$

Medium root ... $2\text{mm}\phi < R \leq 5\text{mm}\phi$

Large root ... $5\text{mm}\phi < R$

1. Horizontal Distribution

The horizontal distribution of *Pyrus ussuriensis* var. *aromatica* reached to max. 540cm of width.

The densest distribution ranges of each classified root were as follow: 19.9% of fine roots distributed at a distance of between 40cm to 60cm from the center of trunk, 21.2% small roots between 60cm to 80cm, 27.1% medium roots between 40cm to 60cm, and 22.1% large roots between 20cm to 40cm.

Then 50% of the fine roots and of the small roots ranged from the center of the trunk to 80cm, also 50% of the medium and of the large roots ranged up to 60cm in distance.

2. Vertical Distribution

The vertical root distribution of *Pyrus ussuriensis* var. *aromatica* reached to max. depth of 220cm.

The distribution density of each classified root showed its maximum value at the depth of 20cm~40cm from the ground surface: fine roots were 21.3%, small roots were 23.4%, medium roots were 31.5% and large roots were 23.4%.

The distribution density was suddenly reduced when the depth was over 100cm for fine roots and large roots, and over 80cm for small roots and medium roots.

50% of the fine roots, of the small roots and of the medium roots ranged from the ground surface to 60cm, and 50% of the large roots ranged to 80cm.