

# 火山灰土壌におけるキウイフルーツの根群分布 ならびに養分吸収量

広部 誠

Makoto HIROBE

On the Distribution of Root Systems and the Amounts  
of Nutrient Elements Absorbed by Kiwifruit Trees  
Grown on Volcanic Ash Soil.

## I 緒 言

当県におけるキウイフルーツの導入は、1975年頃から全国に先駆けて行われてきた。カンキツ産業の低迷もあって転換作物として急速に植栽され、1986年には159ha、1,280tが生産されるまでになっている(7)が、比較的導入年次が浅く、特に栄養生理、土壌管理、施肥等の面で不明な点が多い。

適正な施肥量を明らかにするためには、樹体が一年間に吸収する肥料成分を知ることが必要で、その方法としては水耕法、重窒素の利用、経時的に樹体を解体して養分吸収量を推定する方法等があるが、一年間につくる新成部、即ち新葉、新しょう、果実、新根及び枝幹、旧根の新成肥大部に含まれる肥料成分の総計をもって吸収量とみなし、その数値から算出する方法も試みられている(4,6,8,9,13,14,15,17)。

本調査は、1986年に腐植質火山灰土に栽植されている

7年生のキウイフルーツを解体調査する機会を得たので、この樹体解体法により樹体器官の構成割合、根群分布の調査を行うとともに養分吸収量の推定を行ったので、ここにとりまとめて報告する。

なお、キウイフルーツの提供を願った園主長谷川 功氏、解体調査に当たっては日本大学農獣医学部農業気象学研究室、蒲原 務教授ならびに学生諸君の多大な協力を得たので、深く感謝の意を表します。

## II 材料及び方法

### 1. 調査園の概況

調査園は、小田原市下曾我の園主長谷川 功氏が栽培しているキウイフルーツ‘ヘイワード’種、8a(10a、32本植え)の園で、調査は1986年10月13日から4日間にわたって、1樹を掘取り解体調査を行った。

同園は、ウンシュウミカン園からの転換畑で、'78年3月に2年生苗木を定植(挿木苗)、栽培している7年生

第1表 供試園土壌の理化学性

| 深さ<br>(cm) | pH<br>(H <sub>2</sub> O) | T-N<br>(%) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>(mg) | 交換性塩基 (mg)       |       |      | C. E. C<br>(meq) | 全塩基<br>(meq) | 塩基飽<br>和度(%) | 三相分布 (%) |      |      | 硬度<br>(mm) |
|------------|--------------------------|------------|---------------------------------------|------------------|-------|------|------------------|--------------|--------------|----------|------|------|------------|
|            |                          |            |                                       | K <sub>2</sub> O | CaO   | MgO  |                  |              |              | 固相       | 液相   | 気相   |            |
| 10         | 5.87                     | 0.33       | 105.2                                 | 69.6             | 225.9 | 27.8 | 17.8             | 11.0         | 61.6         | 31.4     | 25.1 | 44.5 | 14.2       |
| 30         | 4.97                     | 0.20       | 0.5                                   | 41.3             | 25.9  | 3.7  | 14.0             | 2.0          | 14.4         | 32.8     | 28.4 | 38.8 | 10.2       |
| 50         | 5.23                     | 0.18       | 0.2                                   | 54.8             | 81.1  | 12.0 | 16.0             | 4.7          | 29.4         | 33.4     | 29.5 | 37.1 | 12.6       |
| 70         | 6.03                     | 0.13       | 0.2                                   | 60.3             | 128.0 | 17.8 | 13.6             | 6.8          | 49.8         | 33.8     | 32.8 | 33.4 | 13.6       |
| 90         | 6.19                     | 0.12       | 0.1                                   | 63.6             | 135.0 | 18.7 | 12.9             | 7.2          | 55.6         | 38.9     | 34.4 | 26.7 | 17.2       |

樹('86年)で、整枝法は一字整枝で樹冠はほぼ園いっばいに拡がり、やや密植状態となっていた。

土壌は、火山灰が2m近く堆積した耕土の深い土壌で、土壌管理は清耕法で中耕がよく行われており、またミカン栽培当時にたこ壺掘りが行われていた。なお、施肥量、施肥時期等は当県の基準に従って栽培されていた。土壌の理化学性は、第1表に示す通りで、交換性塩基は表層で比較的多く、塩基飽和度も高いが、中層は塩基が乏しく、pH(H<sub>2</sub>O)も中層でやや低い土壌である。リン酸は表層に多く、中、下層は極めて不足している土壌であった。物理性は固相割合が小さくて液相、気相割合が大きく、土壌硬度は地表から80cmまで小さく、均一で膨軟な土壌であった。

## 2. 調査方法

掘取りに当たって、地上部は果実、果梗、葉、1年枝、2年枝、側枝、垂主枝、主枝、主幹に分けて解体し、直ちに秤量し新鮮重とした。その内200~300gを乾物測定及び分析試料用に採取した。

根群分布の調査は、同心円掘り法で行った。即ち同心円の半径は1m間隔で3mまでとし、深さは20cm間隔で100cmまでの5段階に区分した。100cm以上の深さは追跡法により掘取り、第5層に加え、各ブロックに含まれる根量を測定して根の分布割合を求めた。

根部は、その太さから根幹、特大根(直径20mm以上)、太根(10~20mm)、中根(5~10mm)、小根(2~5mm)及び細根(2mm以下)に分け、水洗調整後秤量して新鮮重とした。そのうち、200~300gを分析試料用に供した。

## 3. 分析試料の調整法

分析用試料のうち、葉、果実、1年枝、細根は新鮮重を測定後、通風乾燥し、粉末にして分析に供した。

2年枝以上の枝は、3~5cmに輪切りとした200~300gの試料を形成層を境として2次木質部と2次し(篩)管部とに分け、2次木質部は年輪により一番近い木質部を新成部とみなして新材とし、し(篩)管部は乳白緑色を呈した部分を新成部とみなし新皮とした。それ以外の部分はそれぞれ旧材、旧皮とした。

地下部の根幹は、年輪が明瞭に現われていたので、旧枝と同様に分け、細根は新成部とした。しかし、旧根部は、年輪が不明瞭であったので皮部と材部のみに分けて秤量、分析した。旧根の新皮と旧皮、新材と旧材は、旧枝でのそれぞれ割合に従って重量を推定した。また、各成分量も同様な方法で推定した。

以上の新皮、旧皮、新材、旧材に分割してから直ちに重量を測定し、それぞれの30~100gを乾燥、秤量後粉

末にして分析に供した。

## 4. 分析法

(1) 植物体の分析：窒素はケルダール法、リンはバナジン酸法、カリウム、カルシウム、マンガン、鉄、銅、亜鉛は原子吸光法によった。

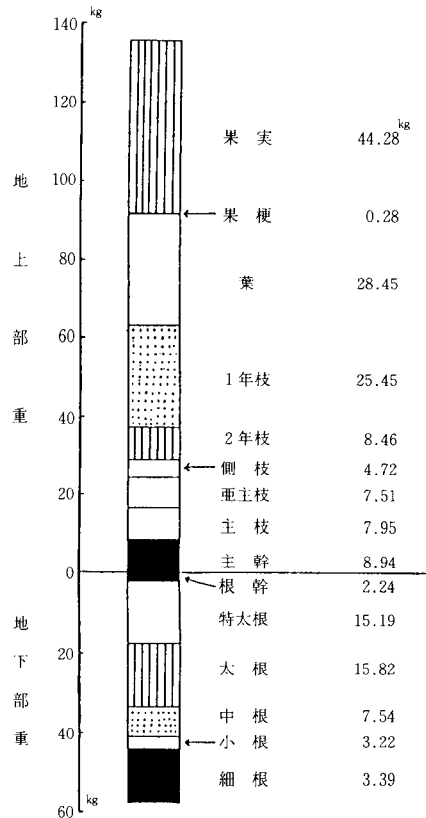
(2) 土壌の分析：窒素は全窒素をケルダール法、リン酸はトルオグ法、交換性塩基は1N酢安浸出後原子吸光法、C.E.Cはショーレンバーガー法(10)、三相分布はピクノメーター法(1)、土壌硬度は中山式硬度計、pHはガラス電極法によった。

## Ⅲ 成 績

### 1. 器官別重量及び新成量

器官別新鮮重は第1図に、乾物重は器官別に新成部重、旧成部重に分けて第2表に示した。

1樹体の新鮮重は193.13kgであった。そのうち地上部が135.73kg、地下部が57.40kgで、地上部の占める割



第1図 キウイフルーツ樹体の器官別新鮮重

合は70.2%であった。また、T/R率は2.36で、果実を除くと1.59であった。器官別にみると、地上部は果実が44.28kgで、1樹体の23.2%を占め、次いで葉の14.7%、1年枝の13.3%であった。地下部は太根が15.82kgで8.3%、次いで特太根の8.0%、細根は13.39kgで7.0%であった。なお、当年に発生した果実、葉、1年枝、細根の合計は111.54kgで全体の57.8%を占めていた。

1樹体の乾物重は55.87kgで、新鮮重に対する割合は28.9%であった。地上部の全体に占める割合は72.9%、地下部は27.1%であり、T/R率は2.96であった。器官別にみると1年枝が全体の17.2%を占め最も多く、次いで葉の14.2%、果実の13.0%の順で、地下部は太根が8.4%、特太根が8.2%であったが、細根は3.5%を占めるにすぎなかった。なお新成器官即ち、当年発生した果実、葉、1年枝、細根の重量は26.79kgで全体の47.9%であったが、旧しょう、旧根の新生部の推定重量を含めると35.58kgで、全体の63.7%を占めていた。

2. 無機成分の含有率

各器官別の分析値は付表1に示した。各成分別にみると次の通りである。

窒素：含有率の高い器官は、葉の2.54%で、次いで細根の2.17%であった。枝しょうは、年次が古くなるほど、根についても太くなるほど含有率は低下した。また、根部は枝部に比べて含有率が高い傾向にあり、皮部と材部に分けてみると皮部が高く、新皮部>旧皮部>新材部>旧材部の順に低下した。

リン：皮部が特に高く0.31~0.38%含有しており、次いで旧枝の新皮部であった。葉は0.25%で比較的高く、果実、細根は0.18%であった。

カリウム：細根中に2.52%含有し最も高く、次いで葉、果梗、果実の順であった。皮部と材部、根部と枝部の含有率の違いは窒素、リンと同様な傾向にあった。

カルシウム：葉は3.14%で最も高く、次ぐのが新皮部で、細根も2.25%含有しており比較的高いのに比べ、材部、果実では極めて低い。根部と枝部の含有率の違いは窒素、リン、カリウムとは異なり、根部は枝部に比べて含有率が低かった。

マグネシウム：細根は0.37%、葉が0.35%で高く、次いで枝と根の皮部で、果実と材部は低かった。枝の皮部は他の成分と異なり、旧皮部が新皮部に比べてわずかに

第2表 キウイフルーツの器官、部位別の乾物重（1樹当り、g）

| 器 官    | 器官別の<br>乾物重(A) | 比率<br>(%) | 新成部乾物重 |       |        | B/A<br>×100 | 旧成部乾物重 |        |        |
|--------|----------------|-----------|--------|-------|--------|-------------|--------|--------|--------|
|        |                |           | 新皮部    | 新材部   | 合計(B)  |             | 旧皮部    | 旧材部    | 合計     |
| 果 実    | 7,262          | ( 13.0)   | —      | —     | 7,262  | (100 )      | —      | —      | —      |
| 果 梗    | 77             | ( 0.1)    | —      | —     | 77     | (100 )      | —      | —      | —      |
| 葉      | 7,935          | ( 14.2)   | —      | —     | 7,935  | (100 )      | —      | —      | —      |
| 1 年 枝  | 9,620          | ( 17.2)   | —      | —     | 9,620  | (100 )      | —      | —      | —      |
| 2 年 枝  | 3,738          | ( 6.7)    | 366    | 1,231 | 1,597  | ( 42.7)     | 480    | 1,661  | 2,141  |
| 側 枝    | 2,000          | ( 3.6)    | 133    | 600   | 733    | ( 36.7)     | 328    | 939    | 1,267  |
| 亜 主 枝  | 3,129          | ( 5.6)    | 225    | 889   | 1,114  | ( 35.6)     | 463    | 1,552  | 2,015  |
| 主 枝    | 3,241          | ( 5.8)    | 158    | 539   | 697    | ( 21.5)     | 609    | 1,935  | 2,544  |
| 主 幹    | 3,703          | ( 6.6)    | 253    | 614   | 867    | ( 23.4)     | 650    | 2,186  | 2,836  |
| 地上部計   | 40,705         | ( 72.9)   | 1,135  | 3,873 | 29,902 | ( 73.5)     | 2,530  | 8,273  | 10,803 |
| 根 幹    | 778            | ( 1.4)    | 31     | 157   | 188    | ( 24.2)     | 206    | 384    | 590    |
| *特 太 幹 | 4,563          | ( 8.2)    | 853    | 425   | 1,278  | ( 28.0)     | 1,716  | 1,569  | 3,285  |
| *太 根   | 4,668          | ( 8.4)    | 807    | 282   | 1,089  | ( 23.3)     | 2,542  | 1,037  | 3,579  |
| *中 根   | 2,233          | ( 4.0)    | 564    | 256   | 820    | ( 36.7)     | 969    | 444    | 1,413  |
| *小 根   | 953            | ( 1.7)    | 225    | 113   | 338    | ( 35.6)     | 430    | 185    | 615    |
| 細 根    | 1,968          | ( 3.5)    | —      | —     | 1,968  | (100 )      | —      | —      | —      |
| 地下部計   | 15,163         | ( 27.1)   | 2,480  | 1,233 | 5,681  | ( 37.5)     | 5,863  | 3,619  | 9,482  |
| 合 計    | 55,868         | (100.0)   | 3,615  | 5,106 | 35,583 | ( 63.7)     | 8,393  | 11,892 | 20,285 |

\*：根の新皮部と旧皮部、新材部と旧材部は2年枝～主幹のその割合からの推定した。

第3表 1樹体中及び新成部に含まれる無機成分含有量 (g)

| 器 官  | N             |        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |        | K <sub>2</sub> O |        | C a O         |        | M g O        |        |
|------|---------------|--------|-------------------------------|--------|------------------|--------|---------------|--------|--------------|--------|
|      | 1樹体(%)        | 新成部    | 1樹体(%)                        | 新成部    | 1樹体(%)           | 新成部    | 1樹体(%)        | 新成部    | 1樹体(%)       | 新成部    |
| 果 実  | 66.07( 10.7)  | 66.07  | 22.94( 12.3)                  | 22.94  | 161.84( 23.1)    | 161.84 | 24.37( 3.6)   | 24.37  | 8.42( 5.7)   | 8.42   |
| 果 梗  | 1.36( 0.2)    | 1.36   | 0.25( 0.1)                    | 0.25   | 1.82( 0.3)       | 1.82   | 0.46( 0.1)    | 0.46   | 0.08( 0.1)   | 0.08   |
| 葉    | 188.86( 30.5) | 188.86 | 45.45( 24.4)                  | 45.45  | 189.32( 27.1)    | 189.32 | 348.56( 51.4) | 348.56 | 46.04( 30.9) | 46.04  |
| 1年枝  | 79.85( 12.9)  | 79.85  | 28.66( 15.4)                  | 28.66  | 83.46( 11.9)     | 83.46  | 64.61( 9.5)   | 64.61  | 22.33( 15.0) | 22.33  |
| 旧しょう | 76.32( 12.3)  | 28.85  | 25.25( 13.6)                  | 11.27  | 71.21( 10.2)     | 26.81  | 95.58( 14.1)  | 44.85  | 18.66( 12.5) | 5.72   |
| 地上部計 | 412.46( 66.7) | 364.99 | 122.55( 65.9)                 | 108.57 | 507.65( 72.6)    | 463.25 | 533.58( 78.8) | 482.85 | 95.53( 64.2) | 82.59  |
| 旧 根  | 173.25( 28.0) | 56.25  | 57.04( 30.7)                  | 23.35  | 145.60( 20.8)    | 56.53  | 134.58( 19.9) | 58.85  | 44.01( 29.6) | 13.08  |
| 細 根  | 33.11( 5.4)   | 33.11  | 6.30( 3.4)                    | 6.30   | 46.33( 6.6)      | 46.33  | 9.37( 1.4)    | 9.37   | 9.37( 6.3)   | 9.37   |
| 地下部計 | 206.36( 33.3) | 89.36  | 63.34( 34.1)                  | 29.65  | 191.93( 27.4)    | 102.86 | 143.95( 21.2) | 68.22  | 53.38( 35.8) | 22.45  |
| 合 計  | 618.82(100 )  | 454.35 | 185.89(100 )                  | 138.22 | 699.58(100 )     | 566.11 | 677.53(100 )  | 551.07 | 148.91(100 ) | 105.04 |

高い傾向にあった。

マンガン：葉中に161ppm含有し最も高く、次いで細根の81ppmであった。枝の皮部は29~41ppmで材部に比べて高い含有率であったが、新皮部と旧皮部の間ではマグネシウムと同様に後者が高い傾向にあった。なお、果実は10ppmで極めて低かった。

鉄：含有率の最も高い器官は根幹の旧材部の2,388ppmであり、次いで細根の1,043ppmであった。他の器官では葉が98ppm、果梗が74ppmで比較的高いが、器官による含有率の違いが大きかった。

銅：細根が46ppmで高く、次いで根幹であった。皮部は材部に比べて高く、根幹を除く根は枝部に比べて低い。葉では14ppm、果実は10ppmであった。

亜鉛：根幹が極めて高く1,653~660ppm含有し、その中でも旧材部が最も高く、新皮部>旧材部>新材部の順に低下した。根幹以外の根部では、細根が概して高く、212ppmであった。なお、葉は57ppm、果実は15ppmであった。

### 3. 5要素の養分吸収量の推定

供試樹の1樹当たり、及びその新成部、旧成部に含有する成分量については第3、4、5表に示す通りである。1樹当たりの各無機成分含有重量は、窒素が618.82g、リン酸185.89g、カリ699.58g、石灰677.53g、苦土148.91gであった。窒素を10とした含有量比は10:3.0:11.3:10.9:2.4でカリと石灰が窒素よりやや多かった。

新成部に含まれる成分量を吸収量みなし、これを10アール、32本植えとして吸収量を算出すると窒素14.54kg、リン酸4.42kg、カリ18.12kg、石灰17.63kg、苦土3.36kgと推定された。

新成部中の含有量比は10:3.0:12.5:12.1:2.3で、カリと石灰は窒素の吸収量をかなり上回っていた。旧成

第4表 旧成部に含まれる無機成分含有量 (1樹当りg)

| 器 官  | N      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | C a O  | M g O |
|------|--------|-------------------------------|------------------|--------|-------|
| 旧しょう | 47.47  | 13.98                         | 44.40            | 50.73  | 12.94 |
| 旧 根  | 117.00 | 33.69                         | 89.07            | 75.73  | 30.93 |
| 合 計  | 164.47 | 47.64                         | 133.47           | 126.46 | 43.87 |

部の含有量比は10:2.9:8.1:7.7:2.7で新成部に比べカリ、石灰の比率が低かった。

#### (1) 窒素の吸収量

1樹体中の含有量は618.82gで、カリ、石灰に次いで多い成分であった。器官別にみると葉中に最も多く、全体の30.5%を占め、次いで旧根の28.0%であった。新成部中の含有量、即ち1年間の吸収量は454.35gで1樹体中の73.4%を占めていた。器官別には葉中に多く、次ぐのが1年枝で、果実、旧根中の新成部の順であった。地上部の新成部中には364.99gを含有し、地下部の4.1倍を吸収していた。前年までに吸収蓄積された旧しょう、旧根の旧成部中の含有量は、164.47gで全体の26.6%にすぎなかった。

#### (2) リン酸の吸収量

1樹体中の含有量は185.89gで、他の成分に比べ、苦土に次いで少ない。器官別では旧根中に多く30.7%、次いで葉、1年枝、旧しょうの順であった。新成部中の含有量は138.22gで、1樹体中の74.4%を占め、器官別には葉中に多く、次いで1年枝、旧根中の新成部、果実の順であった。

#### (3) カリの吸収量

1樹体中の含有量は699.58gで、5要素中最も多く、器官別では葉に多く27.1%を占め、次いで果実、旧根の

順であった。新成部中には、566.11gを含有し、他の成分に比べて多く、1樹体中の80.9%を占めていた。新成部を器官別にみると葉、果実中に極めて多く含有していた。旧成部中には133.47gを含有し、窒素に次いで多かったが、1樹体中に占める割合は19.1%にすぎなかった。

(4) 石灰の吸収量

1樹体中の含有量は677.53gで、カリに次いで多く、器官別では、葉中に最も多く51.4%を占めたが、果実、細根中には極めて少なかった。地上部に占める割合は、5要素の中で最も高く78.8%であった。新成部中の含有量は、551.07gでカリに次いで多く、器官別では葉中に多く、63.3%を占めていた。

(5) 苦土の吸収量

1樹体中の含有量は148.91gで、5要素中最も少なく、器官別では葉、旧根がそれぞれ30%前後を占め、他の器官に比べると多く含有する器官であった。

4. 無機成分含有量の樹体内における分布

無機成分含有量の樹体内分布については第2図に示すとおりである。

吸収量を各器官別にみると、葉は石灰が最も多く、348.56gを吸収し、次ぐのがカリで以下、窒素>苦土>リン酸の順であった。1樹体中に占める葉の吸収割合も32.9%(リン酸)~63.3%(石灰)で他の器官に比べて多かった。

果実は、カリが最も多く661.84gで、1樹体中で28.6%占め、次いで窒素>石灰>リン酸>苦土の順に少なかった。石灰は1樹体中の4.4%にすぎないのに対し、リン酸は16.6%で果実中に占める割合は比較的高かった。枝部に吸収される無機成分はカリ、石灰、窒素が110.27~108.70gで比較的多く、リン酸、苦土は39.93~28.05gと少ないが、1樹体中に占める割合は、前者が19.5~23.9%と低いのに対して、後者は28.9~26.7%で比較的高かった。

根に吸収された無機成分のうち、カリは102.86gで極めて多く、次いで石灰、窒素、リン酸の順で、苦土は22.45gで最も少なかった。1樹体中に占める根の割合は、リン酸、苦土がそれぞれ21.5%、21.4%と比較的高く、次いでカリ、窒素で、石灰は12.4%と低かった。

なお、新成部中の無機成分含有量が1樹体中に占める割合は、どの成分も70%以上であり、樹体蓄積量よりも当年に吸収された量の割合が多いことを示していた。また、吸収した成分の地下部に対して地上部の占める割合

第5表 キウイフルーツ樹体中無機成分含有量及び吸収量 (g)

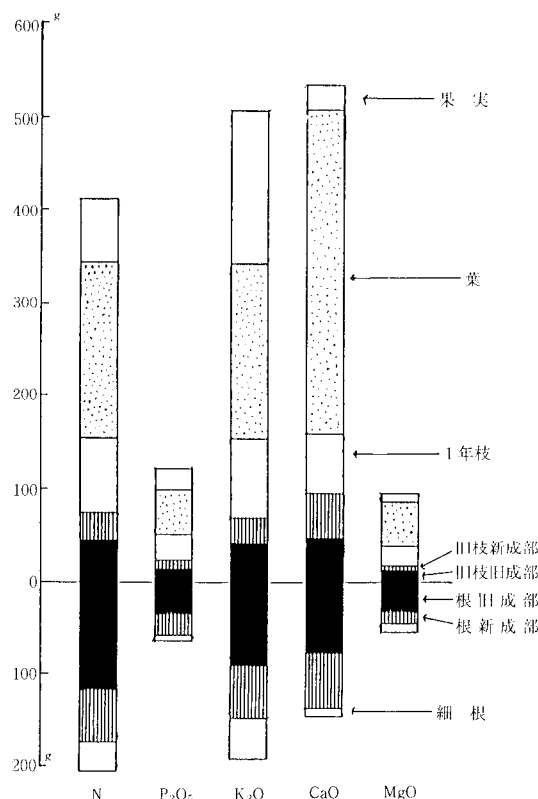
|            | N     | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | CaO    | MgO   |
|------------|-------|-------------------------------|------------------|--------|-------|
| 1樹体中含有量(A) | 618.8 | 185.9                         | 699.6            | 677.5  | 148.9 |
| (Nを10とした比) | (10)  | (3.0)                         | (11.3)           | (10.9) | (2.4) |
| 新成部中含有量(B) | 454.4 | 138.2                         | 566.1            | 551.1  | 105.0 |
| (Nを10とした比) | (10)  | (3.0)                         | (12.5)           | (12.1) | (2.3) |
| 旧成部中含有量    | 164.5 | 47.7                          | 133.5            | 126.5  | 43.9  |
| (Nを10とした比) | (10)  | (2.9)                         | (8.1)            | (7.7)  | (2.7) |
| B/A×100(%) | 73.4  | 74.4                          | 80.9             | 81.3   | 70.5  |

は、カリが91.8%、低いリン酸においても78.5%で地上部に吸収される割合が高かった。

5. 根群分布について

根の分布状態は第6表、第3図に、水平・垂直分布は第7、8表に示す通りである。

根の水平分布は、主幹から1~2mの範囲に19.99kgが含まれ、全根重の36.2%を占めて最も多かったが、0~



第2図 キウイフルーツ樹体の器官別無機成分含有量

第6表 キウイフルーツの根の水平、垂直分布 (kg)

| 深さ<br>(cm) | 0~1m |      |      |      |      | 1~2m |      |      |      |      | 2~3m |      |      |      |      |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|            | 特大根  | 太根   | 中根   | 小根   | 細根   | 特大根  | 太根   | 中根   | 小根   | 細根   | 特大根  | 太根   | 中根   | 小根   | 細根   |
| 0~20       | 0.43 | 1.86 | 0.36 | 0.23 | 0.19 | 0    | 0.07 | 0.10 | 0.07 | 0.23 | 0    | 0.03 | 0.08 | 0.17 | 1.20 |
| 20~40      | 6.05 | 1.01 | 0.53 | 0.22 | 0.29 | 0.96 | 1.05 | 0.74 | 0.24 | 0.51 | 0    | 0.72 | 1.13 | 0.09 | 3.40 |
| 40~60      | 2.26 | 1.28 | 0.46 | 0.18 | 0.30 | 2.00 | 4.51 | 1.48 | 0.48 | 0.79 | 0.68 | 1.67 | 1.22 | 0.72 | 2.84 |
| 60~80      | 0.38 | 0.56 | 0.17 | 0.09 | 0.35 | 1.48 | 1.44 | 0.34 | 0.23 | 0.72 | 0.12 | 0.90 | 0.42 | 0.19 | 1.49 |
| 80~        | 0.05 | 0.12 | 0.07 | 0.05 | 0.09 | 0.70 | 1.09 | 0.13 | 0.11 | 0.52 | 0.08 | 0.51 | 0.31 | 0.15 | 0.47 |

1m の範囲では18.59kg (33.7%)、2~3m は16.58kg (30.1%)で各ブロック間の差異は大きいものではなかった。

根の太さ別にみると、20mm 以上の特大根は0~1m 内に極めて多く60.3%を占め、主幹から離れるにしたがって少なくなり、2~3m の範囲では5.8%にすぎなかった。太根は、1~2m の範囲に多く51.6%を占め、0~1m、2~3m の範囲にはそれぞれ24.2%であった。中根、小根は、外縁部にいくにしたがって根量は多くなり、0~1m の範囲では21.1~23.9%であったのに対して、2~3m では41.0~41.9%を占めていた。細根は、中根、小根と同様に主幹から離れるほど多くなるが、0~1m の範囲では1.22kgで9.1%にすぎないのに対して2~3m の範囲では9.40kgで70.2%を占め極めて多かった。

垂直分布は、40~60cm の層位が20.87kgで最も多く、全体の37.8%を占めていた。次ぐのが20~40cmで、60~80cm > 80cm 以下 > 0~20cm の順に少なくなり、0~20cm の表層部は4.02kgで7.3%を占めるにすぎなかった。地表から40cm までには37.9%、60cm までには75.7%、80cm までを含めると91.8%を占めた。細根は、20~40cm の層位に最も多く、次いで40~60cm、60~80cm の順で、この3層で79.8%を占めていた。なお、根の追跡調査では地表下140cm 以上にも達していた。

m<sup>3</sup>当り根量の密度は第9表に示す通りで、総根量は主幹から1m 以内が5.29kg/m<sup>3</sup>であった。1~2m は2.13kg/m<sup>3</sup>で、0~1m の密度の40.3%、2~3m は1.18kg/m<sup>3</sup>で22.3%であった。太さ別にみると特大根は、0~1m の密度が2.92kg/m<sup>3</sup>で、1~2m はその18.8%、2~3m が2.1%で、外縁部にいくにしたがって密度は低下した。太根、中根、小根の密度は、0~1m の範囲が0.25~1.22kg/m<sup>3</sup>であったのに対して、1~2m ではその48.0~71.3%、2~3m では19.7~32.0%であった。細根は、0~1m の範囲では0.39kg/m<sup>3</sup>で、1~2m ではその74.4%、2~3m では153.8%と外縁部での密度が極めて高かった。

第7表 キウイフルーツ地下部の水平分布(kg)

|     | 0~1m   | 1~2m   | 2~3m   | 合計      |
|-----|--------|--------|--------|---------|
| 特大根 | 9.17   | 5.14   | 0.88   | 15.19   |
| 太根  | 3.83   | 8.16   | 3.83   | 15.82   |
| 中根  | 1.59   | 2.79   | 3.16   | 7.54    |
| 小根  | 0.77   | 1.13   | 1.32   | 3.22    |
| 細根  | 1.22   | 2.77   | 9.40   | 13.39   |
| 合計  | 16.58  | 19.99  | 18.59  | 55.16   |
| (%) | (30.1) | (36.2) | (33.7) | (100.0) |

第8表 キウイフルーツ地下部の垂直分布 (kg)

| 深さ(cm) | 特大根   | 太根    | 中根   | 小根   | 細根    | 合計(%)       |
|--------|-------|-------|------|------|-------|-------------|
| 0~20   | 0.43  | 0.96  | 0.54 | 0.47 | 1.62  | 4.02(7.3)   |
| 20~40  | 7.01  | 2.78  | 2.40 | 0.55 | 4.20  | 16.94(30.7) |
| 40~60  | 4.94  | 7.46  | 3.16 | 1.38 | 3.93  | 20.87(37.8) |
| 60~80  | 1.98  | 2.90  | 0.93 | 0.51 | 2.56  | 8.88(16.1)  |
| 80~    | 0.83  | 1.72  | 0.51 | 0.31 | 1.08  | 4.45(8.1)   |
| 合計     | 15.19 | 15.82 | 7.54 | 3.22 | 13.39 | 55.16(100)  |

第9表 1m<sup>2</sup>当たりの根の密度 (kg)

|     | 0~1m      | 1~2m       | 2~3m        |
|-----|-----------|------------|-------------|
| 特大根 | 2.92(100) | 0.55(18.8) | 0.06(2.1)   |
| 大根  | 1.22(100) | 0.87(71.3) | 0.24(19.7)  |
| 中根  | 0.51(100) | 0.30(58.8) | 0.20(39.2)  |
| 小根  | 0.25(100) | 0.12(48.0) | 0.08(32.0)  |
| 細根  | 0.39(100) | 0.29(74.4) | 0.60(153.8) |
| 合計  | 5.29(100) | 2.13(40.3) | 1.18(22.3)  |

#### IV 考 察

キウイフルーツは、栽培歴の比較的浅い作物であるために、土壤管理法や施肥等の試験例が少なく、また樹体構成や根群分布等の基本的な調査も少ない。わが国では

大熊ら(11)の植え付け時に花こう岩風化土を30cm 客土した園での調査、山中ら(18,19)の水田跡地に花こう岩土壌を盛り土した園での調査例がみられるのみである。そこで、本調査は火山灰土で比較的土層の深い樹園地での樹体構成、根群分布ならびに養分吸収量について調査を行った。

キウイフルーツの樹体構成については、大熊ら(11)の調査では8年生‘ヘイワード’種の1樹体重が60.4kg、うち地下部重が15.6kgでT/R率が2.87であり、山中(18,19)の調査では4年生‘ヘイワード’種の1樹体重が93.8kg、うち地下部重が12.4kgでT/R率が6.55であったと報告している。本調査の7年生‘ヘイワード’種の1樹体新鮮重が193.1kg、うち地下部重が57.4kgで、T/R率が2.36であったが、1樹体重は前者の3.2倍、後者の2.1倍、地下部重は前者の3.7倍、後者の4.6倍であり、T/R率も両者に比べて低く、特に地下部重が多かった。これらの差異は大熊や山中らの調査した土壌の物理性が不良で、盛土あるいは客土した園であり、耕土の深さが制限因子となって差をもたらしたものと思われる。

各器官における無機成分含有率をみると窒素は葉、細根で高く、リンは根の皮部で極めて高く、次いで旧しょうの新皮部と葉であった。カリウムは細根で高く、次いで葉、果実、果梗枝の順であった。カルシウムは葉で高く、次いで旧しょうの新皮部、細根であり、マグネシウムは葉、細根で高かった。このようにキウイフルーツも他の果樹類と同様に葉と細根の器官に無機成分を多く含む作物である。

1樹体の全重量に対する新成器官、即ち果実、葉、1年枝及び細根の総計に占める割合は、対新鮮重で57.8%、また対乾物重では48.1%であった。大熊ら(11)の調査では、対新鮮重で63.8%、山中ら(18,19)調査では82.2%で高い割合を占めていた。特に、山中らの調査樹は4年生で樹が若く、枝葉の発生量が多く、また着果量が多かったためにその割合が高くなったものと考えられる。1樹体の全新成量に対する新成器官の総計の占める割合をみると、乾物重量で75.5%を示し、旧しょう、枝幹、根の肥大部の占める割合は極めて少ない。従って、養分吸収量の割合についても、各要素全吸収量に対して窒素81.3%、リン酸75.0%、カリ85.3%、石灰81.2%、苦土82.1%で、75~85%が新成器官に吸収されていた。特に、葉は各無機成分を多く吸収する新成器官だった。

次に、新成部に含まれる成分含量を吸収量とみなして10a当りの5要素の吸収量を算出すると、窒素14.54kg、リン酸4.42kg、カリ18.12kg、石灰17.63kg、苦土

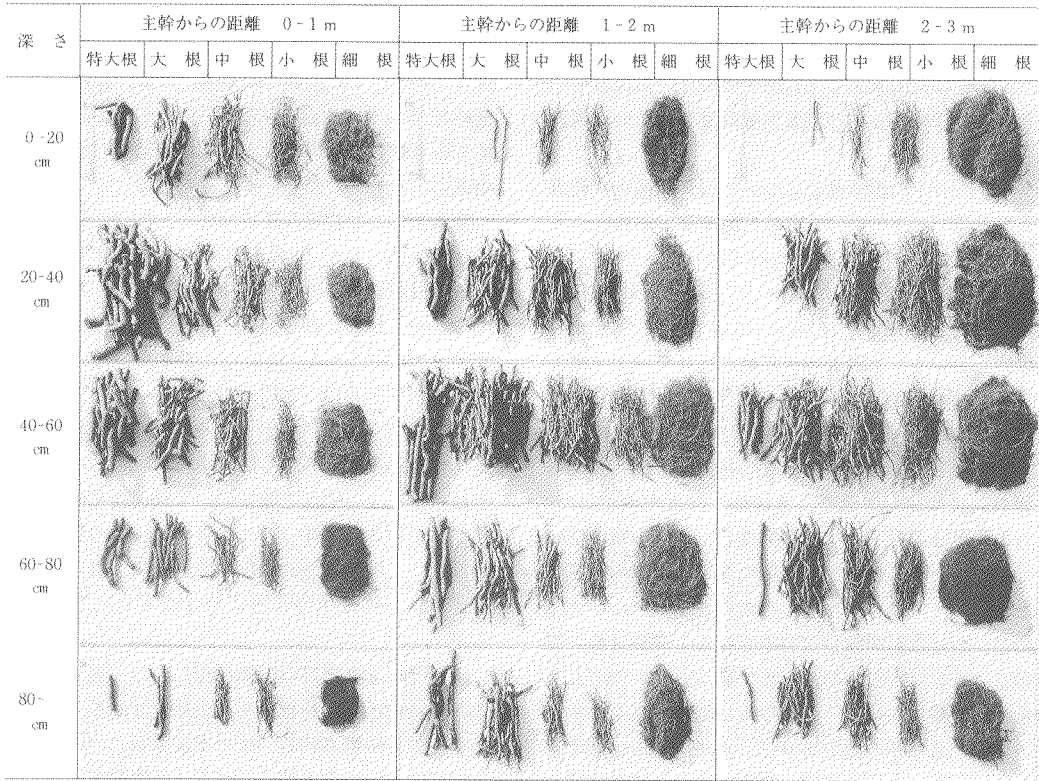
3.36kgであった。Smithら(16)は1ヘクタール当り27tの収量を上げる成木での年間吸収量は窒素261kg、リン酸32kg、カリ273kg、石灰322kg、苦土421kgであったと報告している。この報告では窒素、カリ、石灰の吸収量が極めて多いが、本調査の樹が10a当りの収量が1.4t程度であり樹容積の違いと土壌条件の違いによる吸肥力の相違によるものではないかと思われる。

窒素を10とした吸収量比は10:3.0:12.5:12.1:2.3で窒素に比べてカリ、石灰の吸収量が多かった。窒素と石灰の吸収比を他の果樹についてみると、坂本ら(13)のモモの調査で10:4.4、細井ら(6)のナシで10:9.4、高馬ら(9)のクリで10:9.5、積田ら(17)のカキで10:10、平井ら(4)のイチジクで10:14.9、広部ら(5)のウンシュウミカンで10:16.2であり、キウイフルーツは果樹類の中でも石灰を比較的多く吸収する作物である。また、キウイフルーツは微酸性から中性土壌において好適な生育を示すと報告されている(2)。従って、栽培に当たっての石灰施用の重要性は、土壌の物理的、化学的性質の改善とともに要素給源の上からも十分に考えねばならないことを示して

養分吸収量は根群の分布様相によって強く左右され、その分布は土壌の物理性や地下水位、あるいは土壌管理によっても影響される。根の垂直分布については、大熊ら(11)は0~10cmの土層内に96.9%の根群が集中していること、山中ら(18,19)は20~30cm(45.7%)の土層内に最も多く、次いで10~20cm(28.9%)>30~40cm(19.8%)>0~10cm(5.6%)の順であったと報じている。火山灰土壌で比較的土層の深いところでの本調査では、垂直には地表部よりも40~60cmに多く37.8%、20~40cmに30.7%で、全体の68.5%が分布し、60cm以下にも24.2%分布していた。さらに、根の深層への追跡調査では140cm以上にも発達していた。Greaves(3)らのニュージーランドにおける土層の極めて深い植壊土での調査で、全根長の46%が2~4mの範囲に存在したと報告している。このことからキウイフルーツは、土壌条件がよければかなり深層部まで発達するものと思われる。

水平分布については、大熊ら(11)は主幹から1m以内に87%、山中ら(18,19)は78%を占めていたと報告しているが、火山灰土壌での本調査では主幹から3mまでほぼ均一に根量が分布していた。また、根が細いほど主幹近くよりも主幹から2~3mの外縁部が多かった。10a当り32本植えの7年生樹ではすでに園全体に根が分布しており、施肥にあたっては全面施用が必要であると考えられる。

第3図 キウイフルーツの地下部の分布状態



## V 摘要

1. 1986年10月に土層の深い火山灰土壌に栽植されている7年生キウイフルーツ‘ヘイワード’種の根群調査を行うとともに解体調査を行い、各器官別の重量と分析測定結果から養分吸収量の推定を行った。

2. 各部位の乾物重は、葉7.94kg、果実7.26kg、1年枝9.70kg、旧しょう15.18kg、細根1.97kg、旧根13.20kgで、全乾物重は55.87kgであった。

3. 新成部重は35.58kgで、全乾物重に占める割合は63.8%であった。葉、果実、1年枝、細根の新成器官の量は26.86kgで全新成部重の75.5%を占めていた。

4. 1樹中に含有する肥料成分の全量は、窒素618.82g、リン酸185.89g、カリ699.58g、石灰677.53g、苦土148.91gであった。新成部に含有する成分は窒素454.35g、リン酸138.22g、カリ566.11g、石灰551.07g、苦土105.04gで、全乾物量に対する新成部量は窒素73.4%、リン酸74.4%、カリ80.9%、石灰81.3%、苦土70.5%でどの成分も70%以上を占めていた。

5. 新成部に含まれる成分含量を吸収量とみなして、10a(32本植え)当り吸収量を算出すると窒素14.54kg、リン酸4.42kg、カリ18.12kg、石灰17.63kg、苦土3.36kgとなり、窒素を10とした吸収比は3.0:12.5:12.1:2.3で窒素に比べてカリ、石灰の吸収量が多かった。

6. 根の水平的分布は、主幹から3mまではほぼ均一に分布していたが、細根は0~1mの範囲に9.1%、1~2mに20.7%、2~3mでは70.2%と外縁部が多かった。垂直分布は、40~60cmの層位に最も多く、次ぐのが20~40cmで、20~60cmの範囲に68.5%存在していた。なお、根の追跡調査では地表下140cm以上に達していることも観察された。

## VI 引用文献

1. 土壤物理性測定法委員会編. 1997. 土壤物理性測定法. 養分賢堂
2. 福井正夫・森善四郎・横関義真. 1977. キウイに関する試験. 好適土壌 pH の探索, 昭和52年度香川農試府中分場果樹試験成績. 98-100



3. Greaves A. J., 1985. Root distribution of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) in a deep sandy loam soil of the Te Puke district New Zealand. *NZ Jour. of Agri. Res.* 28: 433-436

4. 平井重三・中川昌一・南条嘉泰・平田尚美. 1961. イチジク樹の肥料要素吸収量に関する研究. *園学雑*30(3): 203-210

5. 広部 誠・大垣智昭. 1969. 温州ミカンの養分吸収に関する調査(第2報)成木樹の時期別養分吸収について. *神奈川園試研報.* 17: 18-26

6. 細井寅三・平田尚美・岩崎一男. 1958. 梨の栄養に関する研究(第4報). 廿世紀梨樹の養分吸収量について. *園芸学研究集録.* 8: 38-41

7. 果樹統計. 日本園芸農業協同組合連合会. 昭和63年版. 89

8. 木村光雄・傍島善次・長村祐次. 1957. 桃の養分吸収量について. *園学雑*26(4): 442-446

9. 高馬 進・松岡 広・篠原玄三. 1961. 栗樹の根群分布と養分吸収量について. *島根農科大学研報.* 9(A-1): 27-32

10. 農林水産省農蚕園芸局農産課. 1979. 土壌環境調査における土壌, 水質及び作物体分析法

11. 大熊正寛・末澤克彦・堀家治夫. 1984. キウイフルーツの施肥技術の確立. 掘上げ解体調査による根群分

布特性および養分吸収量の推定. 昭和59年度香川農試府中分場果樹試験成績. 117-118

12. 大熊正寛・末澤克彦. 1986. キウイフルーツの土壌肥料問題. 昭和60年度果樹課題別研究会資料 キウイフルーツの生産, 流通上の問題点. 農林水産省果樹試験場編: 59-64

13. 坂本秀之・青木秋広・相原昭一. 1961. 火山灰土壌におけるモモの養分吸収量について. *栃木農試研報.* 27-39

14. 佐藤公一・石原正義. 1953. 柿樹の養分吸収量について(第1報). *園学雑*22(1): 1-5

15. 佐藤公一・石原正義・原田良平. 1956. 柿樹の養分吸収量について(第2報). *園学雑*24(4): 217-221

16. Smith, G. S., C. J. Clark and J. G. Buwalda. 1987. Towards a recipe for perfect nutrition. *NZ Kiwi-fruit* Feb-21

17. 積田宗明・渡辺照夫・古藤 実. 1968. カキ樹の養分吸収量について. *神奈川園試研報.* 16: 38-45

18. 山中俊彦・二宮敬和. 1982. キウイフルーツの栽培技術の確立. キウイフルーツの解体調査. 昭和57年度愛媛果樹試業務報告. 35

19. 山中俊彦・二宮敬和. 1982. キウイフルーツの栽培技術の確立. 地下部の解体調査. 昭和58年度愛媛果樹試業務報告. 40-41

## Summary

1) The root system of a seven-year old "Hayward" Kiwifruit tree planted in volcanic ash soil was investigated in October 1986. In addition, the tree was cut up into its various parts, branches, fruit and roots. With its weight and the analytical result of each section, the amount of absorbed nutrient elements was deduced.

2) The dry weight of new tissue is as detailed here: leaves 7.94kg, fruit 7.26kg, fine roots 1.97kg, other roots 13.2kg, totaling 55.87kg.

3) New tissue weight was 35.58kg with the amount of new tissue occupying 63.8% of total dry weight. The new organic tissue weight of leaves, fruit, one-year old branches and fine roots was 26.86kg and occupied 75.5% of the total weight of new tissue.

4) Total amounts of nutrient elements contained in this tree was 618.82g of N, 185.89g of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80.9% of

K<sub>2</sub>O, 81.3% of CaO and 70.5% of MgO of the total dry weight, respectively. All elements totaled more than 70% of the total dry weight.

5) From these data, the amounts per 10a of nutrient elements absorbed by 32 trees, which were planted in a field of 10a, came to 14.54kg of N, 4.42kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 18.12kg of K<sub>2</sub>O, 17.63kg of CaO and 3.36kg of MgO, and the absorption ratios, with N at 10, were 3.0:12.5:12.1:2.3, respectively.

6) Horizontal distributions of roots was observed to be uniform until 3m from the trunk, but the distribution of fine roots was observed 9% of the total at 0-1m, 20.7% at 1-2m and 70.2% at 2-3m. For vertical distribution the largest grouping was observed to be 69.5% in the range of 20-60cm. In addition, roots reached more than 140cm from the soil surface.

附表1 キウイフルーツの器官、部位における無機成分含有率

| 器官・部位 | N     | P     | K     | Ca    | Mg    | Mn     | Fe     | Cu      | Zn     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|--------|
| 果実    | 0.91% | 0.18% | 1.85% | 0.24% | 0.07% | 10 ppm | 29 ppm | 9.6 ppm | 15 ppm |
| 果梗    | 1.77  | 0.14  | 1.96  | 0.43  | 0.06  | 35     | 74     | 13.1    | 47     |
| 葉     | 2.54  | 0.25  | 1.98  | 3.14  | 0.35  | 161    | 98     | 13.7    | 57     |
| 1年枝   | 0.83  | 0.13  | 0.27  | 0.48  | 0.22  | 39     | 37     | 14.7    | 100    |
| 2年枝   |       |       |       |       |       |        |        |         |        |
| 新皮    | 1.58  | 0.32  | 1.18  | 2.37  | 0.28  | 40     | 62     | 18.9    | 177    |
| 旧皮    | 0.93  | 0.11  | 0.90  | 0.61  | 0.28  | 40     | 63     | 18.4    | 87     |
| 新材    | 0.40  | 0.07  | 0.21  | 0.13  | 0.04  | 18     | 19     | 6.9     | 134    |
| 旧材    | 0.41  | 0.06  | 0.18  | 0.11  | 0.03  | 19     | 16     | 5.0     | 226    |
| 側枝    |       |       |       |       |       |        |        |         |        |
| 新皮    | 1.37  | 0.28  | 1.27  | 2.39  | 0.22  | 39     | 60     | 23.6    | 214    |
| 旧皮    | 0.97  | 0.11  | 0.94  | 1.38  | 0.20  | 41     | 69     | 22.3    | 132    |
| 新材    | 0.35  | 0.06  | 0.26  | 0.13  | 0.03  | 11     | 18     | 10.7    | 149    |
| 旧材    | 0.24  | 0.04  | 0.23  | 0.11  | 0.02  | 13     | 14     | 8.2     | 248    |
| 垂主枝   |       |       |       |       |       |        |        |         |        |
| 新皮    | 1.17  | 0.21  | 1.17  | 2.24  | 0.19  | 33     | 61     | 19.6    | 152    |
| 旧皮    | 0.91  | 0.08  | 0.79  | 1.25  | 0.21  | 36     | 61     | 17.7    | 108    |
| 新材    | 0.34  | 0.06  | 0.29  | 0.15  | 0.03  | 10     | 22     | 8.4     | 121    |
| 旧材    | 0.26  | 0.04  | 0.21  | 0.11  | 0.03  | 13     | 19     | 6.9     | 269    |
| 主枝    |       |       |       |       |       |        |        |         |        |
| 新皮    | 1.20  | 0.19  | 1.11  | 2.22  | 0.15  | 34     | 65     | 20.0    | 172    |
| 旧皮    | 0.94  | 0.09  | 0.78  | 1.03  | 0.17  | 39     | 85     | 24.2    | 205    |
| 新材    | 0.36  | 0.05  | 0.27  | 0.14  | 0.02  | 11     | 30     | 8.9     | 104    |
| 旧材    | 0.27  | 0.05  | 0.21  | 0.12  | 0.03  | 13     | 19     | 10.2    | 433    |
| 主幹    |       |       |       |       |       |        |        |         |        |
| 新皮    | 1.13  | 0.11  | 0.79  | 2.48  | 0.12  | 29     | 80     | 24.6    | 101    |
| 旧皮    | 0.91  | 0.07  | 0.60  | 1.08  | 0.22  | 35     | 92     | 27.7    | 104    |
| 新材    | 0.31  | 0.05  | 0.27  | 0.15  | 0.02  | 9      | 24     | 10.2    | 48     |
| 旧材    | 0.25  | 0.04  | 0.20  | 0.13  | 0.03  | 13     | 21     | 19.2    | 290    |
| 根幹    |       |       |       |       |       |        |        |         |        |
| 新皮    | 1.56  | 0.32  | 1.17  | 2.38  | 0.17  | 23     | 89     | 40.9    | 1,235  |
| 旧皮    | 1.51  | 0.14  | 0.82  | 1.18  | 0.23  | 19     | 105    | 43.3    | 985    |
| 新材    | 0.48  | 0.08  | 0.40  | 0.13  | 0.05  | 11     | 33     | 26.5    | 660    |
| 旧材    | 0.42  | 0.09  | 0.30  | 0.20  | 0.09  | 28     | 2,388  | 23.0    | 1,653  |
| 特大根   |       |       |       |       |       |        |        |         |        |
| 皮部    | 1.82  | 0.38  | 1.40  | 2.19  | 0.31  | 16     | 65     | 10.4    | 34     |
| 材部    | 0.84  | 0.13  | 0.22  | 0.20  | 0.04  | 10     | 41     | 5.8     | 36     |
| 大根    |       |       |       |       |       |        |        |         |        |
| 皮部    | 1.75  | 0.32  | 1.21  | 1.11  | 0.26  | 15     | 71     | 6.9     | 29     |
| 材部    | 0.99  | 0.14  | 0.30  | 0.28  | 0.05  | 9      | 53     | 7.2     | 26     |
| 中根    |       |       |       |       |       |        |        |         |        |
| 皮部    | 1.85  | 0.36  | 1.28  | 1.18  | 0.29  | 34     | 68     | 6.7     | 57     |
| 材部    | 1.04  | 0.14  | 0.49  | 0.35  | 0.07  | 12     | 55     | 5.3     | 44     |
| 小根    |       |       |       |       |       |        |        |         |        |
| 皮部    | 1.93  | 0.31  | 1.88  | 1.62  | 0.31  | 42     | 83     | 4.8     | 82     |
| 材部    | 1.41  | 0.11  | 1.14  | 0.55  | 0.17  | 20     | 72     | 4.4     | 69     |
| 細根    | 2.17  | 0.18  | 2.52  | 2.25  | 0.37  | 81     | 1,043  | 45.6    | 212    |