

緑地の土壌環境に関する研究(1) : 沿海地における 常緑街路樹の土壌と生育

朱, 城賢

須崎, 民雄

玉泉, 幸一郎

<https://doi.org/10.15017/10843>

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 60, pp.17-34, 1989-03-30. 九州大学農学部附属演習林
バージョン :
権利関係 :



緑地の土壌環境に関する研究 (1)

沿海地における常緑街路樹の土壌と生育

朱 城 賢・須 崎 民 雄・玉 泉 幸 一 郎

Study on the Soil Environments at Ornamental Plantations (1)

Soil Conditions and Tree Growths of Evergreen Roadside
Trees in Coastal Area

Sung-hyun Joo, Tamio SUZAKI and Koichiro GYOKUSEN

抄 録

九州の北西部にあって松浦川の河口に位置する佐賀県唐津市を通過する国道 202 号線の一部に植栽されているホルトノキ、マテバシイの街路樹(植栽後 1 年から 15 年経過)の生育が、部分的に著しく不良なため、その植栽環境を調査した。梢端枯損、葉量の減少・不足、葉色黄化、生長減退などの症状を示した街路樹群の土壌環境は、予想に反して、健全な樹木群のそれと、それ程劣るところはなく、三相分布、透水性、土壌硬度などの物理性、炭素、窒素、リン酸、カリ含量、酸度などの化学性はほぼ適正な値を示した。

微地形的な気象要因、主として冬期の季節風が水ストレスを与えることで街路樹の生育に影響していると考えられ、沿海都市での街路緑地では季節風と塩風による慢性的なストレスが樹木に発生するものと思われる。

1. は じ め に

街路樹は環境インパクトが大きく、その生育にはさまざまな障害が発生する。しかしながら公園と異なり、街路樹植栽計画は都市計画や景観デザイン、交通に関する規制や道路構造についての土木工学的基準が優先するため、樹種選択や植栽地盤設定に関しては多くの制約が生じ十分に期し難いところが多い。特に、植栽地盤では根系生育の容積設定の問題とともに、土壌の品質で問題が多い。土工の範ちゅうで処理されてきたため、生物栽培的な見地からの関心が比較的低かったという歴史的なことが関係しているといえる。

最近では、しかしながら、街路樹の効果や影響に対する市民の意識の高まりが顕著となったことと、路体を造成する建設土木側にも街路樹の活着と後の生育に土壌の品質が大きく影響することが認識されてきて、品質基準の設定と土壌検査は多くのところで実施されるようになり、街路樹地盤の整備は飛躍的に進んでいる。

土壌の品質基準は各事業実行者によって独自に設定され、多少とも違いはあるが、物理性と化学性に分けてそれぞれ適切な基準と、基準に満たない場合の改良法が指定されるのが普通である。しかしながら、規模の大きい実行者であれば画一的な基準となるのは当然で、そのため、場所によっては土壌自体が不適当な品質であったり、改良が行われてもそ

の範囲が小さすぎるということがあって、街路樹の生育不振を引き起こしているところも、しばしば生じている。

佐賀県唐津市の国道 202 号線に植栽されている、ホルトノキ、マテバシイを高木とする街路植栽帯で、植栽後 15 年を経過しているこれらの樹種が、部分的にかなり生育不振を示し、衰弱しているものが見られたので、この原因が土壤に帰すべきなのか、あるいは他のインパクトが関与しているのかを判定して、街路樹としての機能を十分に発揮させるような方法をみつけだすことを目的として、街路樹の土壤調査を実施した。

2. 調査対象地と街路樹の衰弱

調査地は、佐賀県の北部で、その北側で唐津湾に接している唐津市の東北部で国道 202 号唐津バイパスの一部である。図 1 にその場所を示した。国道 202 号は福岡市から唐津市、伊万里市を経て佐賀県西有田町で国道 35 号と接続する佐賀県北部の幹線道路であり、調査地はそのうち唐津市大土井から養母田までで、唐津バイパスの終点部分で、松浦川に沿って南下する 4.3 km の部分である。1972 年度より改修されて幅員 23 m の植栽帯と歩道を設置した道路である。通行量は 1985 年の調査では 11500 台/日と多い。国道 202 号はその区間、市街地には街路樹帯がよく整備されているが、福岡市より唐津市にいたる部分は、海岸に沿って西走していて海の影響が大きい。特に冬期では北西の季節風をかなり強く受けて、風害と塩害が顕著であり植栽は場所、樹種、工法で制限される。

ここで調査した唐津の街路樹帯は、始め 1971 年に一部設置されたが、工事は数期にまたがり、さらにその後生長にむらがあつて枯死するものも生じ、その補植や改植が行われて、植栽令は 1, 2, 3, 4, 5, 8, 15 年生とまちまちとなっている。

調査地の気候は、温量指数 175° の西九州海洋型気候区であり、照葉樹林を原植生とするが、付近の丘陵の植生は二次広葉樹萌芽林で、ミミズバイースダジイ群集典型林が崩壊した植生が多い。これらの丘陵地の表層母材は一部に玄武岩を頂く花崗岩であるが調査地は河口に近い沖積三角州平野で、道路敷として埋め立てを行った箇所である。

表 1 にこの調査地より最も近い地点の地域気象観測所で、調査地から北西 9 km、海拔 110 m の、枝去木地域気象観測所の気象概要を示した。これを調査地の気象とすると、ここは年降水量 1973 mm と多く、平均気温は 14.6°C、12 月から 2 月までは西北西、3 月から 6 月までと 9 月から 11 月まで東北東、7 月と 8 月のみ南西の風が卓越しており、12 月、1 月、2 月の 3 か月が格段に低温であり、その間の西北西の季節風が街路樹には強いストレスとなることが予想される。

調査地とした 4.3 km の国道両側の街路樹帯には、ホルトノキ 425 本、マテバシイ 168 本が植栽されている。最も古いものは昭和 48 年に植栽されており、新しいものは昭和 62 年の植栽で、1 年を経過しているに過ぎない。植栽は高木間隔 10 m で有効幅 65 cm の「歩道植ます(外)」におこなわれ、低木はハナゾノツクバネウツギが 14 本/m² の植栽密度、高さ約 50 cm、シャリンバイ 7 本/m² の植栽密度、刈込み高さ 50 cm で仕立てられている。これらの植栽木の植栽からの経過年数、平均樹高、胸高周囲、樹冠幅を表 2 に示した。

ホルトノキはホルトノキ科の常緑高木で、照葉樹林の構成樹種であるが、低海拔域の樹林中に低い群度で単木として分布する樹種で、長大になる。葉の交替が一時に起こらず常

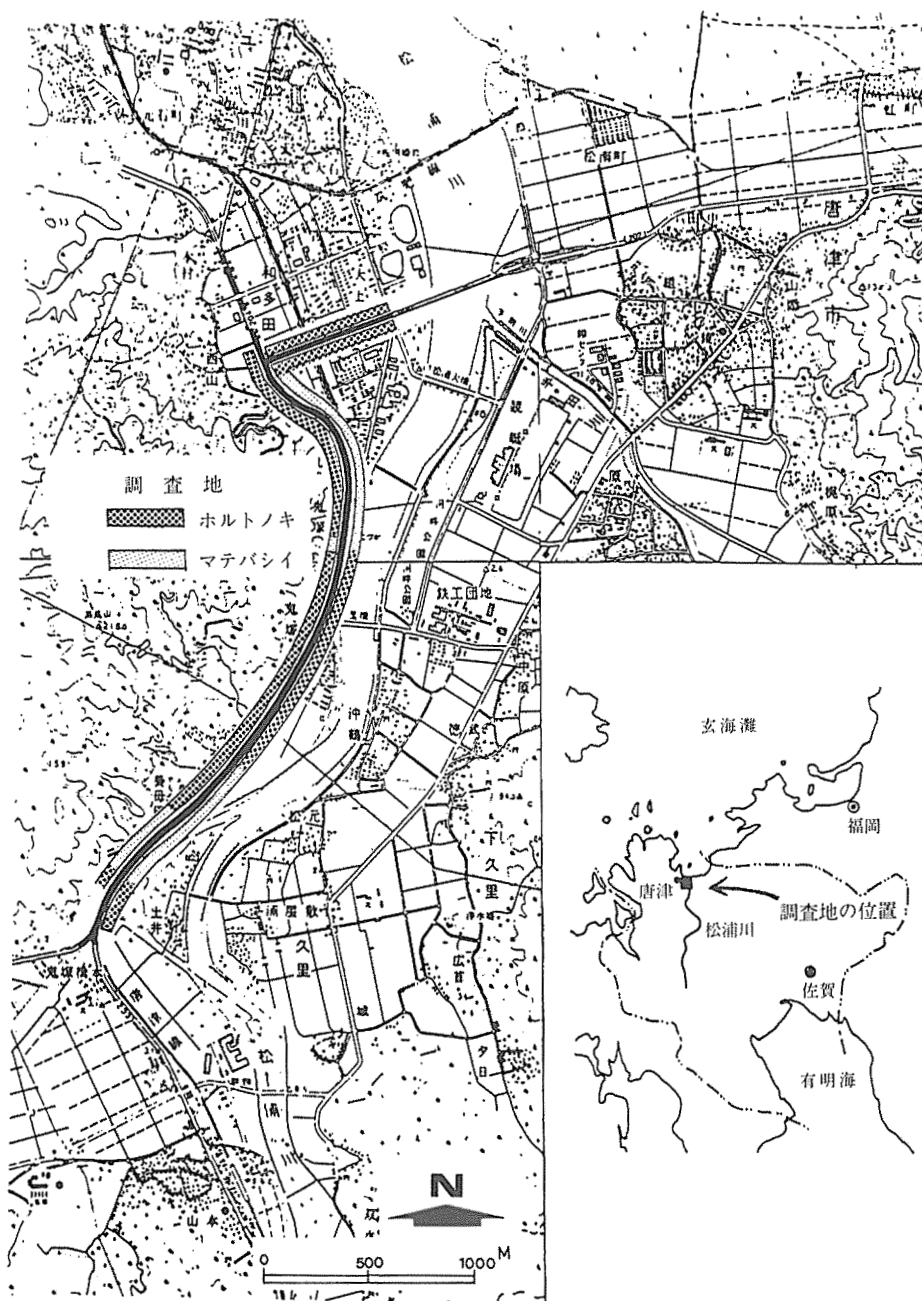


Fig. 1 The survey area of roadside trees along sea coast.

図1 沿海常緑街路樹の調査地（植栽後1年から15年経過）

表1 調査地の気象概要(枝去木地域気象観測所資料)

Table 1 Climatic condition in the survey area.

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
降水量mm	63	77	139	142	156	325	381	228	178	114	105	65	—
気温 °C	4.7	4.8	8.0	12.7	16.9	20.7	24.5	25.3	21.7	16.9	12.0	7.1	14.6
風速 m	2.7	2.7	2.6	2.2	1.9	1.8	1.7	1.7	2.1	2.2	2.0	2.2	2.2
風向	WNW	WNW	ENE	ENE	ENE	ENE	SW	SW	ENE	ENE	ENE	WNW	—

(降水量, 気温, 風速は1978年～1987年の平均値, 風向は1987年のデータ)

- 1) 枝去木地域気象観測所: 唐津市枝去木字石原3044-1, 北緯33°29.5', 東経129°54.2', 海拔高110m. 調査地からは北西方向に直線で約9 km地点に位置する.
- 2) 年降水量は1973mm, W.I. は175°.
- 3) 佐賀県気象月報(佐賀地方気象台編集) 1978～1987より計算,

表2 植栽木の成長

Table 2 Growth of roadside trees.

樹 種	植 栽 齢 (年)	本 数 (本)		樹 高 (m)	胸高周囲 (m)	樹 冠 幅 (m)
		生 存	枯 損			
ホルトノキ	1	1	0	3.50	0.23	1.30
	2	2	0	3.85	0.26	1.25
	3	69	0	3.81	0.31	1.31
	4	23	1	3.11	0.20	1.14
	5	35	0	3.57	0.25	1.42
	8	57	2	3.25	0.25	1.29
	15	233	2	3.36	0.32	1.91
平 均	—	—	—	3.42	0.30	1.64
マテバシイ	2	1	0	4.00	0.17	1.30
	3	80	4	3.83	0.25	1.28
	5	69	0	3.28	0.19	1.17
	15	14	0	3.43	0.21	1.29
平 均	—	—	—	3.57	0.22	1.23

(1988.1 調査)

に一部の低位葉を紅葉させて落葉することや葉が鮮やかな緑を示すので街路樹として価値があり, 最近郷土種指向もあってよく街路樹に用いられるようになった樹種である。ただ, 切り通しなど風衝地ではモチノキなど同じ照葉樹林構成樹種などに比べて風害には弱いことが認められている。マテバシイはさらに海浜性であり, 特に福岡, 佐賀, 長崎までの北部九州では海浜丘陵で大きな分布を示し, 北西の季節風に強い耐性を持つ樹種として萌芽によって薪炭林施業が行われてきた。街路樹としては比較的新しいといえるが, 公園樹木としては古くから用いられている。大型の葉を有する常緑広葉樹高木で, 移植にはやや弱く, 一応活着はするが, 完全な回復までにはかなりの時間がかかる。両樹種とも緑化樹木としての生産量は多く, 九州地方では重要な街路樹樹種である。

図1に示したように調査地はほぼ南北に走り, 松浦川に接している。植栽の当初からか

なり衰弱を示すものが出て、はなはだしいものは植えかえられたが、依然、衰弱徴候を示すものが多く、その原因の究明と対策が望まれていた。昭和63年1月、この調査対象地の街路樹593本について、葉量と先端と枝先の枯れ下がりから5段階、葉色を3段階に分けて樹勢の劣るもの1から健全5あるいは3として調査採点し、それらを総合して樹勢を健全から著しい衰弱までの1から8までに区分した。樹勢8と7は健全な樹形と適正な葉量、葉色を有するもの、樹勢6と5は枝先枯れが目立ち、葉量も少ないが健全に近いもの、樹勢4と3は葉色は帯黄緑色で樹形が乱れ、かなり樹勢が衰弱しているが今後回復の可能性はあるもの、樹勢2と1はほとんど衰弱して梢端は著しく枯れ下がり、わずかの葉を着生してかろうじて生存しており、今後回復の可能性のないものである。調査によって表3に示すような結果を得た。樹勢区分ごとに成長に違いがあるのは当然であるが、樹勢の劣るものは枝先の枯れが最も目立つ症状であり、従って樹冠幅で差が生じている。

慢性的なこのような衰弱の原因は、他のこれまでの例から考えればまず第一に植栽地盤の不整である。多くの街路樹植栽で、浅い植え穴、物理性の劣る土壌、過乾、過湿となる地盤構造などがしばしば出現している。次いで気象要因がある。切り通しとなる地形、風が収束するような地形では冬期の寒風害が植栽樹木特に常緑樹を衰弱させる。市街地では大気汚染や踏害もおこり、海浜に近いところでは塩害もしばしば生ずる。

この調査地では、河川に接する沖積地帯であることや、15年前というやや古い工事であって、土壌に十分な注意がはられなかった可能性のあること、梢端の枯れ下がりとい

表3 植栽木の樹勢区分と成長
Table 3 Vigorousness and growth of roadside trees.

樹 種	樹勢区分	本 数 (本)	樹 高 (m)	胸高周囲 (m)	樹 冠 幅 (m)
ホルトノキ	枯 損	5	—	—	—
	1	0	—	—	—
	2	4	2.40	0.21	0.95
	3	24	2.75	0.22	1.18
	4	53	3.01	0.23	1.24
	5	60	3.39	0.27	1.35
	6	77	3.31	0.28	1.53
	7	85	3.48	0.30	1.60
	8	117	3.83	0.37	2.19
計	—	425	—	—	—
マテバシイ	枯 損	4	—	—	—
	1	0	—	—	—
	2	0	—	—	—
	3	34	2.95	0.19	1.06
	4	28	3.46	0.19	1.16
	5	32	3.78	0.22	1.30
	6	38	3.78	0.25	1.34
	7	22	3.84	0.26	1.24
	8	10	3.84	0.28	1.44
計	—	168	—	—	—

(1988.1 調査)

う衰弱症状が、植栽木の地盤過湿による根系腐敗に起因するようにみえること等からまず地盤構造の不整が考えられた。

3. 調査方法

上記の衰弱原因の推察により、まず土壤調査を実施することとし、健全木として No. 196 (樹勢 8), No. 569 (樹勢 7), 不良木として No. 381 (樹勢 5), No. 531 (樹勢 4) の 4 本を調査木として選定した。樹種はいずれもホルトノキである。これらは樹高、胸高周囲、樹冠幅がそれぞれ健全木で 390, 30.2, 252 cm (No. 196), 370, 31.5, 170 cm (No. 569), 不良木で 332, 25.3, 115 cm (No. 381), 215, 18.5, 157 cm (No. 531) であって、不良木は胸高周囲と樹冠幅で著しく劣っている。これらの調査木から約 30 cm 離れて土壤硬度を長谷川式土壤貫入計で測定した後、いずれかの根系片側を根系を傷つけないように土壤を掘りあげ、土層断面を観察して、山中式硬度計で断面の硬度を測定した。ついで根系の分布を記録し、土壤サンプルを採取した。

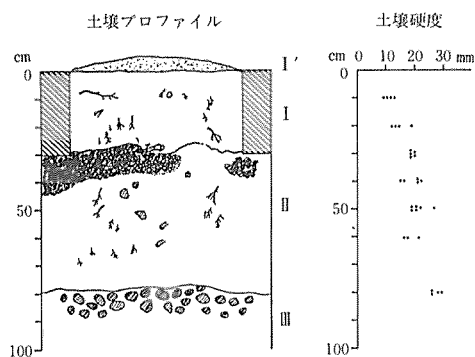
土壤サンプルは実験室に持ち帰って、容積重、石礫含量、三相分布を常法で測定した。また、土性を比重法で、透水性を飽和円筒サンプルについて水頭 5 cm での透水速度として、保水性を pF 1.8~3.0 間の有効含水量として遠心分離機で、それぞれ測定した。化学性については、 H_2O , KCl 酸度をガラス電極法で、全炭素および全窒素を CN コーダーで、リン酸をモリブデンブルー法—光電比色計で、置換性カリを炎光光度計で、電気伝導度を伝導度計で、それぞれ測定した。

4. 土壤調査の結果と考察

1) 調査木の土壤断面と根系の発達

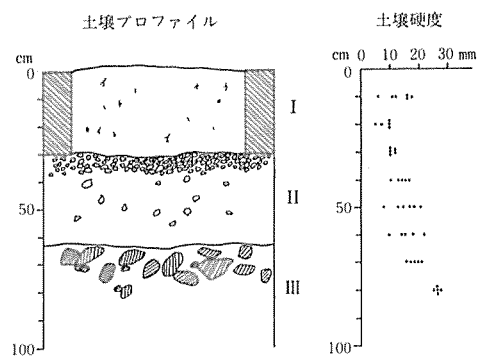
標本木のうち健全木として選んだ No. 196 を健全木 1, No. 569 を健全木 2, 不良木として選んだ No. 381 を不良木 1, No. 531 を不良木 2 として結果をみると、まず土壤断面では図 2 に示すように、3 層に区分された。第 I 層と第 II 層は植栽のための客土層で、褐色砂壤土もしくは砂土の花崗岩風化のいわゆるマサ土である。第 I 層でわずかに団粒の構造が認められるものもあるが、II 層以下は単粒状である。第 I 層はほぼ 30 cm, 第 II 層は 40~50 cm の厚みがある。第 III 層は基盤土壤と思われ、砂土あるいは砂壤土の沖積土かあるいは泥土である。健全木 1 は第 II 層の 80 cm までが客土、下層は円礫の多い沖積砂土である。健全木 2 は 65 cm までがマサ土の客土層で、下層は水田跡土壤のようで、大角礫が表層に多量に投入されている。不良木 1 では採取場所の異なる客土が 3 層に分かれて 90 cm まで投入され、植栽地盤構造としては十分である。不良木 2 も同様に客土が深い。

この地域の街路樹植栽工では埋立て造成の路体の歩道に 80 cm ほどの深さを持つ並木植ます (舁) がつくられて指定の客土 (マサ土) が 40 cm ほどの厚みで投入され、さらに採取地の異なるやや良質のマサ土が 30~40 cm の厚みで植栽時に搬入されて植栽されたもののようである。この客土層は物理的には良質であって、石礫も少なく、かなり膨軟である。植栽に当たっての土壤整備という点ではすぐれた工事といえる。根系の発達は図 3 にその概略を示した。根系は有効幅約 65 cm の植ます内にまとまり、道路に平行な方向で



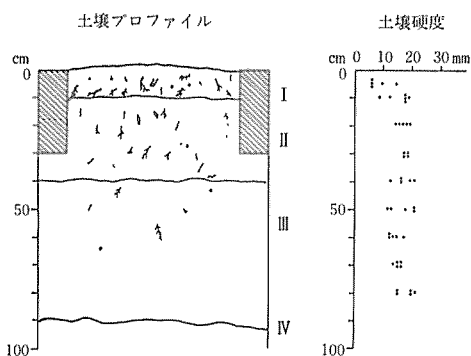
層	由来	土色	土性	構造	乾湿	石 礫	根系	腐植
I	堆積砂層		砂土	単粒	乾	なし	あり	多
I	客土	5YR 4/6 赤褐色	壤土	単粒	潤	なし	あり	わずか
II	客土	10YR 4/6 褐色	軽植土	かべ状	湿	わずか	あり	わずか
III	原土	7.5YR 2/1 黒色	砂土	単粒	乾	円礫多	なし	なし

健全木 1



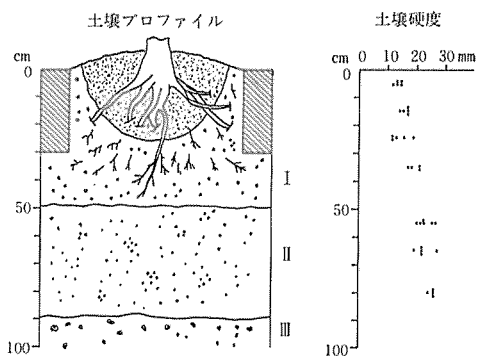
層	由来	土色	土性	構造	乾湿	石 礫	根系	腐植
I	客土	10YR 5/6 黄褐色	砂壤土	弱団粒	潤	ほとんどなし	あり	乏しい
II	客土	10YR 4/3 にぶい黄褐色	砂壤土	粒状	潤	一部に角礫	なし	乏しい
III	原土	7.5YR 5/6 明褐色	壤土	かべ状	潤	大角礫多い	なし	乏しい

健全木 2



層	由来	土色	土性	構造	乾湿	石 礫	根系	腐植
I	客土	7.5YR 5/6 明褐色	砂壤土	弱団粒	潤	ほとんどなし	あり	乏しい
II	客土	10YR 5/6 黄褐色	砂壤土	粒状	潤	ほとんどなし	なし	乏しい
III	客土	7.5YR 5/6 明褐色	砂壤土	粒状	潤	ほとんどなし	なし	乏しい
IV	原土							

不良木 1

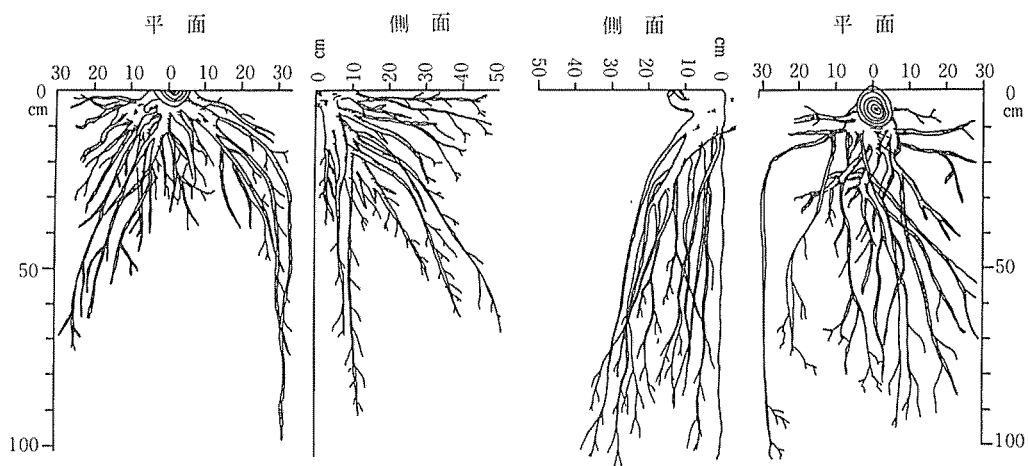


層	由来	土色	土性	構造	乾湿	石 礫	根系	腐植
I	客土	5YR 8/4 にぶい橙	砂壤土	単粒	乾	小礫多	あり	なし
II	原土	2.5Y 6/2 灰黄色	砂土	単粒	乾	小礫多	なし	なし
III	堆積粘土	10GY 4/1 暗緑灰色	砂壤土	単粒	乾	貝殻多い	なし	なし

不良木 2

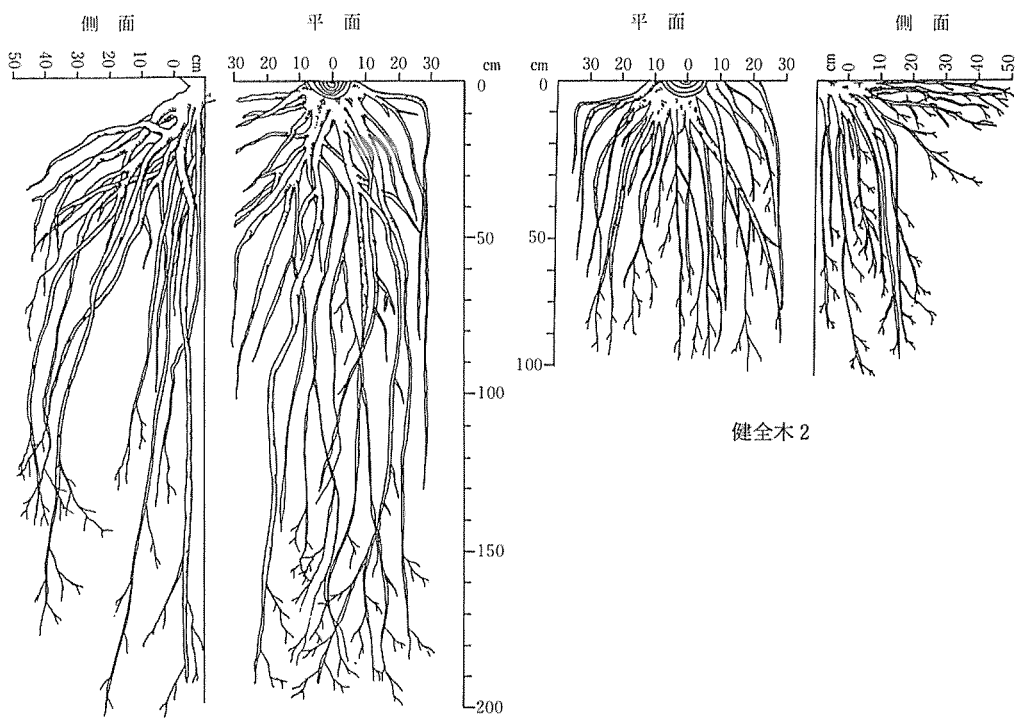
Fig. 2 Soil condition at each investigated tree.

図2 調査標本の土壌環境



不良木 1

不良木 2



健全木 1

健全木 2

Fig. 3 Root development of each investigated tree.

図 3 調査標本木の根系

発達することになる。両側とも同様に伸張したとすると、水平的には健全木 1 で 400 cm, 2 で 180 cm であった。一方不良木は 1 で 160 cm, 2 で 180 cm とやや劣るが、その差は顕著とはいえない。根系は観察したのみであとは埋め戻したのでその量は測定していないが、根群量としては健全木が多いことがうかがわれた。深さ方向での根系の発達を側面図で見ると、健全木で 50 cm, 不良木で 30~40 cm とやや浅かった。健全木 1, 2, 不良木 1 は植栽後 15 年, 不良木 2 で 8 年を経過しているが、客土厚み 70 cm, 水平的には 1000 cm を良質土容積として保証されているにもかかわらず、健全木ですら根系を充満させていない。不良木はごく一部で根系を伸張させているに過ぎないといえる。

土壌断面と根系の観察から、この調査地は客土整備としては十分手当てされており、その点での欠点はない。地上部の生育は健全と不良とではかなりの差がみられるが、土壌断面では差はなく、また根系でも地上部ほどの差は見いだされなかった。

2) 植栽地の土壌硬度

一般に道路植栽では硬度の高いところが多い。土工段階で道路本体造成時に十分転圧され、それが反映して、植え穴が小さくなり根鉢のまわりわずかの部分で適正硬度（山中式硬度計で 20 mm 以下）を有するようなことがしばしば観察される。ここでは長い歩道植ますに全面に客土が充填されて周囲の道路構造とは土質を異にするが、植ます内土壌断面での山中式硬度計による測定では図 2 に示したように第一層ではすべて 20 mm 以下であり、第二層でもこれを越すものはわずかである。一方、植栽木根元より 30 cm ほど離れた箇所では長谷川式土壌貫入計によって硬度をみたところ、図 4 のような結果を得た。この貫入計

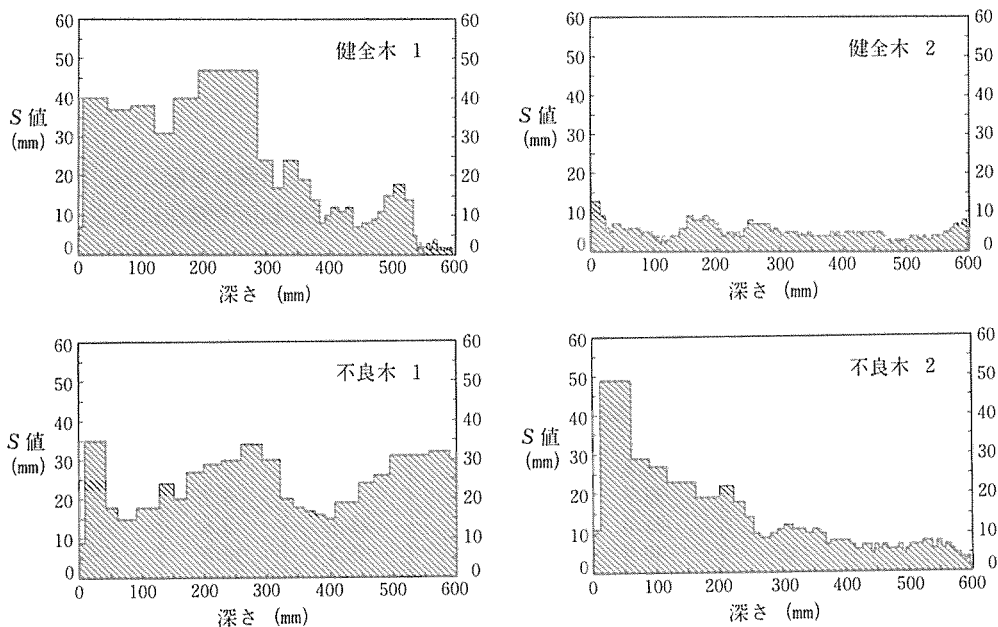


Fig. 4 Soil hardness at each roadside tree measured with Hasegawa's soil softness meter.

図 4 長谷川式土壌貫入計による土壌硬度

は、2 kg の落錘を高さ 50 cm まで持ち上げて自由落下させ、この時の先端コーンの貫入した深さを逐次読み取って、その 1 打撃あたりの貫入量を土壌の軟らかさとして S 値として表現するものであり、山中式硬度計の値とも相関の高いことが認められている。長谷川によると山中式の 20 mm は、 S 値で関東ローム 1.5 (長谷川, 1981), また四国のマサ土では 0.7 (増田ら, 1983) であるという。 S 値でおおむね 1 以上の値が得られれば硬度としては適正值であることになる。ここでの S 値分布は健全木 2 を除いて表層部分の第一層で大きく、第二層で急に低下していることがわかった。普通の緑地ではほぼ $S = 2$ 付近に集中するので (須崎ら, 1987), ここでの第二層はやや堅密ということが出来る。先の山中式の結果とは測定箇所が厳密に同じでないためもあるがそれ程適合せず、これは S 値が礫含量に影響を受けたことにもよっていると思われる。健全木 2 でかなり劣る結果を得ているが、そのような結果は地上部樹勢とはうまく結びついていない。

3) 土壌に含有される石礫

緑地では石礫が混入することがしばしばである。特に道路緑地の原土では大量の大石礫が持ち込まれる。石礫混入がはなはだしければ、粗な大孔隙をつくって乾燥の原因となることや、保水をはたすべき土壌そのものの実容積が石礫によって減少するので、土壌サンプルによって測定した保水性より実際の保水性は低下させられることになる。

表 4 に植栽土壌の石礫率と石礫粒径組成を示した。30 mm 以下と比較的小さい石礫が含まれ、測定した土壌サンプルは多く客土層から採取している関係で、その含量は小さかった。ただ健全木 2 の II 層は縁石基礎の碎石がかなり混入していてその含量が高く、52% に達し、また不良木 2 の II 層は植栽客土ではなく付近の山地土の造成時投入によるので、小石礫が多く 45% に達した。

石礫混入に関しては、特に高い部分があっても下層であり、またその含量と礫径からみても保水性の減少や粗孔隙による乾燥などは少ないようで、細根生育の障害になるようなことは少ないといえよう。

4) 三相分布

樹木の生育には気相の減少によって根系生育圏の酸素不足から根腐れを起こし、障害となる場面がしばしば生じる。雨水停滞による液相増大、工事時の転圧や踏圧による固相の

表 4 植栽土壌の石礫率と石礫粒径組成
Table 4 Gravel content and size in the roadside plantation soil.

調査木番号	土層	土壌 (%)	礫 (%)	礫の粒径別構成率 (%)		
				2~10mm	10~30mm	30mm以上
健全木 1	I	95.8	4.2	4.2	—	—
	II	85.5	14.5	7.8	6.7	—
健全木 2	I	81.0	19.0	15.5	3.5	—
	II	48.2	51.8	33.1	18.8	—
不良木 1	I	75.8	24.2	19.5	4.5	—
	II	73.4	26.6	23.8	2.8	—
不良木 2	III	95.7	4.3	4.3	—	—
	I	65.3	3.8	0.1	3.7	—
	II	55.3	44.7	38.8	5.9	—

増大などが気相減少をひきおこしている事例は多い。植え穴底部や周辺土壌の大～中孔隙組成と植え穴内部土壌の孔隙組成が相対的に異なる場合にも停滞水が生じて、底部の気相を減少させることもしばしば起こる。それらを防ぐために植え穴の十分な大きさ、適正土壌の客土、耕運、排水の促進、改良剤の施用をはかるのが普通である。生育診断でも、従って、三相分布を調査することが多い。

表5に調査木土壌の三相分布の結果を示した。固相については孔隙の比はいずれの土壌もほぼ4:6あるいは5:5であり、適正な値であった。孔隙に占める液相・気相比も異常な値を示すものはなく、適正といえる。ほとんどの土壌が植栽土として適していることで選択されているマサ土を客土としているため、当然といえなくもないが、古い街路樹ではしばしば自然に土壌固結などが生じることが多いことから考えれば、この調査地の三相分布はなお適正な値を保っていて、すぐれた客土であるといえる。

5) 土 性

各調査土壌の土性を表6に示した。土性は健全木、不良木とも第一層は砂壤土または壤質砂土であった。土性を選んで客土しているので当然である。不良木1のⅢ層は原土であるが、土性は悪くない。不良木2ではⅠ、Ⅱ層とも粘土含量がわずか3%であって砂土に区

表5 植栽土壌の容積重と三相分布
Table 5 Bulk density and three phases distribution of roadside plantation soil.

調査木番号	土層	容積重	最大容水量		採取時容水量		三 相 分 布 (%)			
			W(%)	V(%)	W(%)	V(%)	固 相	液 相	気 相	孔隙率
健 全 木	I	115.0	45.5	52.3	26.6	30.6	44.23	30.60	25.17	55.77
	II	113.6	45.2	51.4	32.7	37.1	43.69	37.10	19.21	56.31
健 全 木	I	102.9	50.8	52.3	16.4	16.9	39.58	16.90	43.52	60.42
	II	145.6	20.9	30.4	6.9	10.0	56.00	10.00	34.00	44.00
不 良 木	I	103.3	46.1	47.6	13.1	13.5	39.73	13.50	46.77	60.27
	II	119.1	34.5	41.1	14.7	17.5	45.81	17.50	36.69	54.19
不 良 木	III	145.3	24.5	35.6	12.2	17.7	55.88	17.70	26.42	44.12
	II	135.3	24.2	32.8	14.3	19.3	52.04	19.30	28.66	47.96
	II	139.5	23.4	32.6	12.4	17.3	53.65	17.30	29.05	46.35

注：W：weight. V：volume.

表6 植栽土壌の土性
Table 6 Soil texture of roadside plantation soil.

調査木番号	土層	粘 土 (%)	シルト (%)	細 砂 (%)	粗 砂 (%)	土性 (国際法)
健全木 1	I	13.9	10.3	20.7	55.1	砂壤土 (sandy loam)
	II	3.1	35.4	27.8	33.6	壤土 (loam)
健全木 2	I	4.8	14.2	29.8	51.2	砂壤土 (sandy loam)
	II	3.5	11.0	14.8	70.7	壤質砂土 (loamy sand)
不良木 1	I	6.1	17.1	28.4	48.4	砂壤土 (sandy loam)
	II	6.0	11.7	22.1	60.1	砂壤土 (sandy loam)
	III	2.8	14.0	34.7	48.4	砂壤土 (sandy loam)
不良木 2	I	3.4	7.2	16.4	73.0	壤質砂土 (loamy sand)
	II	3.1	6.8	17.4	72.7	壤質砂土 (loamy sand)

注：粘土：0.002mm以下。シルト：0.002～0.02mm。細砂：0.02～0.2。粗砂：0.2～2.0mm。

分された。

壤土、砂壤土を緑化場面では適正土壌とするので、ここでの土壌は不良木2を除いていずれも土性は適当であった。砂土は保水性が悪いことで排されるが、不良木2の砂土では乾燥ストレスを受ける可能性がある。

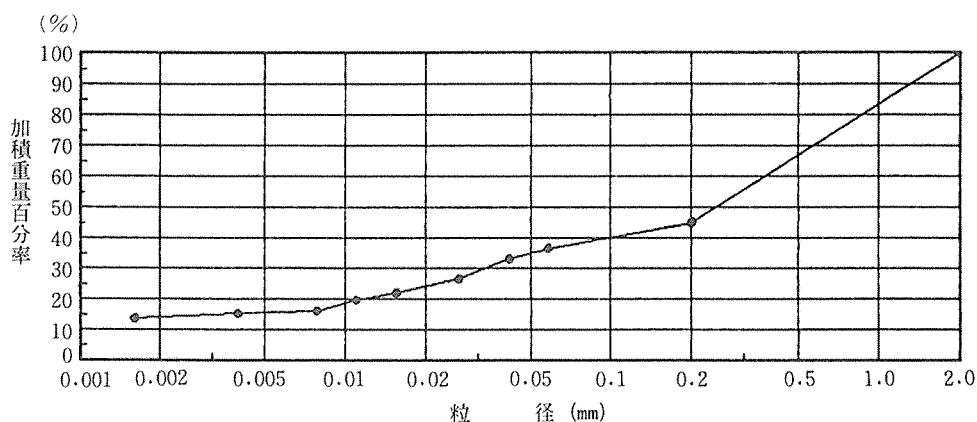
ここでの土性は2mm以下の粒径について比重法によって粒径分布を求め、国際法にしたがって区分した。例として健全木1・第I層の粒径加積曲線を図5に示した。

6) 透水性

透水性は雨水あるいは灌漑水の土壌表面からの浸透能であり、また一方では孔隙率の指標でもある。透水性が高ければ高いほど雨水は容易に植ます表面から浸透し、表面流出の少ないことを意味するが、そのことは粗孔隙が多く保水能が小さいことを意味する。ここでは飽和させた土壌採取円筒について表面からの流下速度を測定して得られた飽和透水係数で判定するが、 1×10^{-3} cm/sec以上の速度を示す土壌を適正としている（九州建緑化委編, 1978）（沖縄緑化委編, 1981）。その点からみれば、不良木1・第III層の原土がやや透水性が劣っているが、生育の障害となるほどではなかった（表7）。

7) 保水性

遠心分離機によって求めたpF 1.8からpF 3.0すなわち圃場含水量と水分当量の間の保水量を易有効水分量とし、pF 3.0からpF 4.0すなわち初期萎凋点までの保水量を難有効



粒径加積曲線

粒径区分表

砂				土性（国際法）
粘土<0.002mm	シルト0.002～0.02mm	細砂0.02～0.2mm	粗砂0.2～2.0mm	
13.9%	10.3%	20.7%	55.1%	Coarse sandy Loam
75.8%				

Fig. 5 An example of soil particle diameter distribution measured by specific gravity method.

図5 比重法による土壌粒径区分（健全木1・第I層）

表7 植栽土壌の透水性
Table 7 Water permeability of road-side plantation soil.

調査木番号	土層	飽和透水係数 (cm/sec)
健全木 1	I	5.3×10^{-3}
	II	6.6×10^{-3}
健全木 2	I	1.1×10^{-2}
	II	1.8×10^{-2}
不良木 1	I	3.2×10^{-3}
	II	1.2×10^{-3}
	III	5.0×10^{-4}
不良木 2	I	1.4×10^{-2}
	II	2.1×10^{-2}

表8 植栽土壌の保水性と有効水分量
Table 8 Water retentivity and available water amount of roadside plantation soil.

調査木番号	土層	pF1.8	pF3.0	pF4.0	易有効水分(ℓ/m^2)		難有効水分(ℓ/m^2)		全有効水分(ℓ/m^2)	
		W(%) V(%)	W(%) V(%)	W(%) V(%)	全容積当	実土壌当	全容積当	実土壌当	全容積当	実土壌当
健全木 1	I	26.6 30.5	19.7 22.7	13.8 15.8	78.8	75.7	68.6	65.8	147.4	141.5
	II	34.6 39.3	29.7 33.8	22.6 25.6	55.1	46.9	81.6	69.3	136.7	116.2
健全木 2	I	28.3 29.1	19.5 20.0	13.7 14.1	91.3	71.2	59.4	46.3	150.7	117.6
	II	14.5 23.1	9.9 15.9	6.7 10.7	72.1	32.4	52.0	23.4	124.1	55.8
不良木 1	I	25.2 26.0	17.2 17.7	11.3 11.7	83.2	63.2	60.3	45.8	143.5	109.0
	II	17.3 20.6	11.6 13.9	7.5 8.9	67.8	46.1	49.6	33.7	117.4	79.8
	III	27.1 27.1	14.6 14.7	8.9 9.0	124.7	118.4	56.5	53.7	181.2	172.1
不良木 2	I	15.1 20.4	10.1 13.5	26.5 8.8	68.8	44.7	47.3	30.7	116.1	75.5
	II	14.4 20.1	9.8 13.7	6.4 8.9	64.1	35.2	47.6	26.2	111.6	61.4

注：W：weight, V：volume

水として表8に示した。またこれらの有効水量は調査土層が全てサンプルと同質の土壌であるとした場合の有効水量すなはち全容積当たりと、その土層が現実には含有する石礫量を差し引き、実際の土壌容積当たりすなはち実土壌当たりとして示した。植栽木にとっての有効水とは後者の実土壌当たりの保水量である。また保水性の基準としては実土壌1m³当たり60ℓの易有効水を保持できていることとしている（九地建緑化委編，1978）（沖縄緑化委編，1981）。

ここでは客土であることから保水性は比較的すぐれており、易有効水量でみると、健全木1, 2, 不良木1の第I層は適当であり、第II層でやや劣った。不良木2ではI, II層とも保水性は低かった。保水性の劣ることは土壌そのものの保水性によるよりも、むしろ石礫含量が高く実土壌容積が小さいことに由来しているようであった。

8) 化 学 性

土壌の化学性についてはいろいろな指標があるが、ここでは酸度、炭素、窒素、リン酸、カリ含量、電気伝導度について測定した（表9）。

酸度についてはH₂Oで微酸性から中性を示した。生育には微酸性側が適当であろうが、生育に障害となるものではない。炭素、窒素含量はきわめて低い。有機物、窒素養分の不

表9 植栽土壌の化学性
Table 9 Chemical condition of roadside plantation soil.

調査木番号	土層	pH		全炭素 (%)	全窒素 (%)	C/N	P (ppm)	K ($\times 10^6 \text{me/g}$)	電気伝導度 (μS)
		H ₂ O	KCl						
健全木 1	I	7.32	5.12	0.291	0.013	22.73	3.20	0.36	85
	II	6.63	5.15	0.093	0.024	29.12	6.55	0.53	80
健全木 2	I	6.65	4.07	0.230	0.008	28.40	3.64	0.39	79
	II	6.33	4.38	0.230	0.008	28.40	5.98	0.48	77
不良木 1	I	6.65	4.82	0.781	0.020	38.74	3.08	0.21	130
	II	6.75	4.04	0.123	0.003	34.95	4.12	0.25	39
不良木 2	III	6.41	4.14	0.030	0.000	436.92	5.38	0.27	52
	I	7.56	6.05	0.300	0.006	48.39	3.38	0.23	75
	II	7.70	5.97	0.060	0.002	35.29	5.50	0.29	60

足であり適正な値とはいえない。リン酸、カリも同様であった。電気伝導度も低い値であり、養分も含めて塩類の含量の低いことを示した。この土壌はいずれの場所でも非常に低い養分含量であり、客土本来の化学性をそのまま維持している。植栽時に有機の改良剤の投与が計画されるべきであった。毎年、施肥は行われているが、それは植栽木による吸収と流亡で消費され土壌そのものの化学性を向上させるにはいたっていない。

5. 街路樹の衰弱について

土壌調査の結果では、特に劣悪と思われる点はなく、30 cm 以下の第二層と不良木 2 で保水性がかなり劣ること、一般的に養分含量が低く、養分不足の状態であったことの 2 点が指摘されるが、地上部の著しい生育不振を説明するほど、乾燥ストレスや養分ストレスが強いとは考えられなかった。さらにかかなり距離をおいて 4 点の調査木を選定してその土壌を調査しているが、客土搬入や地盤構造、客土土質はほとんど同じであり、かなりていねいな地盤造成が行われていることがわかり、先に述べたように、樹勢 2, 3, 4 を示す不良木がホルトノキで 19%, マテバシイで 37%, 調査時点での枯死木がホルトノキ 5 本で 1.2%, マテバシイ 4 本で 2.4% も出現していることを土壌の整備のバラツキによって説明することは困難である。

一方、衰弱現象は、梢の枯死、枯れ下がり、枝先の枯れによる樹形の矮小化、葉量の著しい減少などであって、乾燥ストレスが下葉の枯れ上がり、養分の不足が枝、梢の伸長量の低下、葉色の帯黄化、葉量の減少という症状を示すことと対比して考えれば、この調査地で示される現象は風害、特に冬期の寒風害ではないかと思われる。この付近ではしばしば見られる冬期季節風による寒風害は、葉に対しては乾燥害であって、急激に葉の含水率を低下させ、低温時での葉の水分回復が困難であることから、葉を含む軟弱な組織への水ストレスとなって、落葉や冬芽の枯死を引き起こすことが認められる。ただし、このような現象は北西に向かって開放している海浜近くの樹林や道路の切り通しで風が収束するような地形、あるいは高度の大きい風衝地、海岸防風林などで認められる。この調査地は、直接海浜に面しておらず、西は低山丘陵地に接し、北は唐津の市街地であり、東側は松浦川と直接あるいは狭い住居地を隔てて接している。この国道を通行している限りでは季節

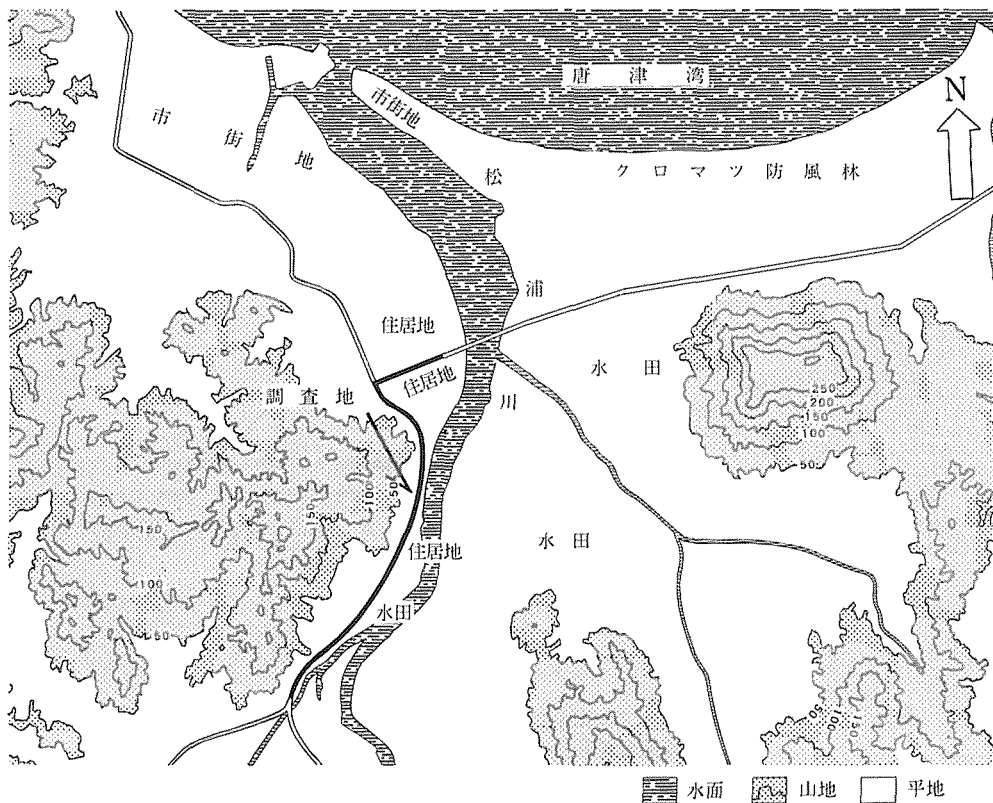


Fig. 6 The land form in surroundings of the survey area.

図6 調査地周辺の地形

風衝地であるような印象は少ない。そこで地形図から人家、市街地をはずして、高度 50 m 以上の山地と河川および海を図化してみると図 6 のようであった。この図からみると調査地とその東側は北は唐津湾に向かって開放している地形で、特に松浦川は北からの風が収束するような地形であることがわかった。湾に面する部分はクロマツ防風林で、通称虹の松原と呼ばれる古い林である。従って後背地は減風されることが期待される。しかしながら、マツ林を越える風および河口からの風は松浦川とその河岸に収束して付近植生には影響を与えることが考えられる。

調査地の植栽木の樹勢には一定の傾向での配列は厳格には認められず、かなりばらつくが、多少のバラツキを無視して樹勢 1, 2, 樹勢 3, 4, 樹勢 5, 6, 樹勢 7, 8 という区分で植栽木をごく大まかに区分したところ図 7 のように 18 に区分された。区分 1 と区分 2 は住居に接するが比較的新しい住居地で密集地ではない。松浦川が西に曲って調査地に近接する部分の、区分 1, 2, 3, 4 は不良木が集中し、北東で住居に接する区分 5, 6, およびかなり急な斜面を有する丘陵山麓に位置する区分 12, 13, 15 は健全木が集中した。このことから考えれば、不良木が集中する部分はおおむね風の影響を受けやすい部分であり、前方あ

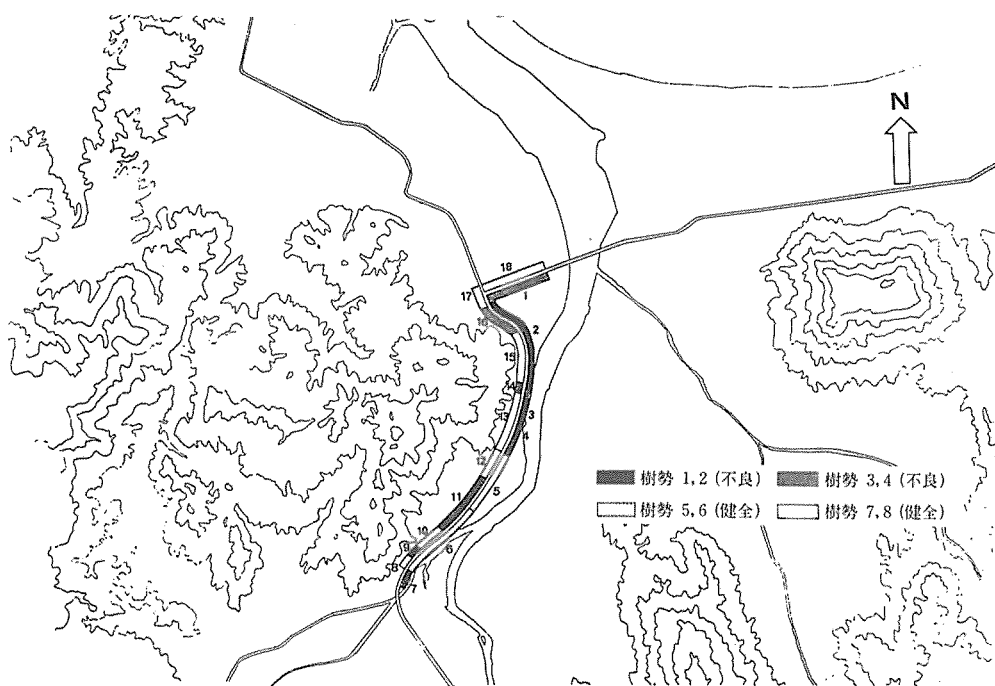


Fig. 7 The distribution of healthy groups and damaged groups of roadside trees.

図7 街路樹樹勢区分の分布 (数字は区分の識別番号)

るいは後方に山地や住居などの防風地帯があるところでは健全木が多いといえる。とすると、ここで出現する生育不振木、衰弱木は北からの風である冬の季節風によって樹勢低下を引き起こされているのではないかと推察される。区分11は山地からやや離れるため、影響を受けるものであろう。

この調査地の街路樹の衰弱が風の影響ではないかとしたが、これは実際に冬期に長期の風速測定を行えば確定できる問題のようにみえる。ただこのように地形が複雑しているところでは、微地形の風速分布の測定はかなり困難であって、長い期間にわたって影響が積算されて植栽木の樹勢減退につながるような季節風害というような場合には実証し難いかも知れない。

6. お わ り に

街路樹の生育不振を当初は土壤環境の劣悪に起因するものと考え、土壤の調査を実施したが、重大な地盤の劣悪性はみられず、標本木の不良木土壤で乾燥ストレスを引き起こす可能性は示唆されたが、その程度は地上部の著しい樹勢減退を説明するものではなかった。土壤環境と根系の発達程度の差は地上部の生育の差よりはるかに小さい。そこで地形を考察して北九州沿岸地域でしばしば観察される季節風害ではないかと結論した。今後調査を

続けて確認する必要がある。

樹勢回復の対策としては、施肥による土壤養分の富化をはかって樹木体内の養分量をたかめ樹勢を生理的に強くしておくこと、防風ネットによる単木的な風の影響回避および無降雨が長期間続いた場合の灌水などであろう。また植栽樹種であるホルトノキ、マテバシイとも移植初期には風害にきわめて弱いことが認められている。一般に常緑広葉樹は季節風の強いところではその採用を避けるものであり、今後も衰弱が続けば樹種更改も一つの方法である。

なおこの調査にあたっては、建設省佐賀国道工事事務所唐津維持出張所職員各位、龍生園造園土木株式会社の大絶大な援助を得た。また九州大学造林学教室、矢幡 久助教授ほか職員、学生諸氏のご好意をいただいた。あわせて感謝するしだいである。

引用文献

- 九州国道緑化委員会技術部会〈編〉(1978):道路緑化計画・植栽施工・管理技術指針。建設省九州地方建設局:50~70
- 長谷川秀三(1981):長谷川式土壤貫入計による緑化地の土壌調査。日本造園学会昭和56年度春季大会発表要旨:43~44
- 沖縄道路緑化技術指針委員会〈編〉(1981):沖縄道路緑化技術指針。沖縄開発庁沖縄総合事務局:105~138
- 増田拓朗・藤原 賢・吉田重幸(1983):ケヤキの生育に及ぼす土壌物理性の影響。香川大学農学部学術報告:157~162
- 須崎民雄・岡野哲郎(1987):九州自動車道土壌改良の効果に関する調査研究報告書。日本道路公団福岡建設局:22~106

Summary

The roadside plantation consisting of *Elaeocarpus sylvestris* var. *ellipticus* and *Pasania edulis* 1-15 year-old after planting, which located along National road 202 on Matsuura River in Karatsu, Saga, in northwestern part of Kyushu, have been investigated as for the plantation surroundings of soil and climate, because some of the roadside trees were damaged on growth and seemed to lose their vigorousness.

Although they showed the symptoms of death of stem top and tips of branches, defoliation, colorless of green leaves, retardation of growth, decrease of foliage, the soil physical and chemical conditions of damaged trees were almost same as normal or healthy trees, concerning soil profile, three-phases distribution, water permeability, water retentivity, soil hardness, gravel content, carbon content, nitrogen content, phosphate content, potassium content and acidity.

From the results of topographical analysis the damages in trees seemed to occur in the area faced to the river or without windbreak against north wind. It was, therefore, thought that the micro-climatic condition, mainly the prevailing severe and cold wind in winter which were brought through

Matsuura River, might cause the water stress in trees and affected the tree growth. It could be said that the prevailing wind in winter gives chronic damage more than soil condition to ornamental plantation in coastal city and causes stress on growth.