

都市環境下における樹木の健康度

片岡真知子*・沼田真

(千葉大学理学部生態学研究室)

On the healthiness of trees in urban environments

Machiko Kataoka and Makoto Numata

1. はじめに

植物の活力度 (vitality) という概念は、古くは植物社会学 (Braun-Blanquet 1928, 1964)¹⁾ で、1:よく発達した、正常にその生活環を完結できる植物、2:発達弱く繁殖可能な植物 (群度低下, 出現少数または矮小化など)、またはよく繁茂するが、その生活環を正常に完結できないもの、3:いじけて生育し、繁殖する植物、その生活環を完結しないもの、4:偶然に発芽して繁殖しない植物、という4段階にわけている。ここでは生育の旺盛さと開花結実という、栄養成長と生殖成長の両面の評価がふくまれる。

一方、リモートセンシングの分野では (Knippling 1969)²⁾、植物の葉の赤外カラー写真の映像について healthy, unhealthy, damaged or dying, つまり健康度の判定ということをしている。これはアーツ衛星からのデジタルカラー写真のような高空からとられたものについても、赤外線反射率によって、活力のある森林と活力の低い森林などの区別がこころみられている (千葉農林部 1974)³⁾。東京都で行った環境容量に関する調査でも、赤外カラー写真の色相の赤および青成分の光量を分光フィルターで分離測定し、この比率 (biband) の変化を求める方法を用いた (東京都 1974)⁴⁾。これはもと、科学技術庁 (1972)⁵⁾ の採用した方法で、かなり広く各地で適用された。

異常環境刺激 (environmental pathogen) による植物体の不調 (disorder) は病気や傷害としてあらわれ、ひどい場合には死ぬわけであるが、この問題について Treshow (1970)⁶⁾ は4つのケースをあげている。すなわち、1) 光合成、呼吸という物質代謝の2つの基本的なプロセスをおよぼす成長阻害、2) 受粉や受精をおよぼす繁殖障害、3) クロロシス、4) ネクロシス、

である。

以上のようないくつかのこころみは、基本的には Clements (1920)⁷⁾ の植物指標 (plant indicator) の考え方につながる。活力度もしくは健康度を環境の指標にしようとするからである。ここで活力度 (vitality) と健康度 (healthiness) の2つの概念を検討してみると、活力度は Braun-Blanquet にみられるように個々の種、個体について考えられる個体維持的ならびに種族維持的な基準であると同時に、植生との関連が重視される。たとえば、除伐や皆伐されたあとでは林床植物の活力度の大きな変化がおこるとか、湿原で乾燥化がすすむと、これまでであった群落の指標種は活力度が低下して開花結実しなくなるといった例が示されている⁸⁾。これに対して健康度は個体レベルの現象で、主として個体維持的な現象で判定される。

この結果が活力度の低下につながるということはもちろんあるのであるが。そして枯死個体がふえれば植生の健康がわるくなったといえないことはないが、基本は個体ごとの健康であり、これらの総合としていわれる場合は植生の活力度といった方がよいであろう。

以上のような観点からは、活力度の方が広い概念であり、健康度はその一部であるといった方がよいであろう。本稿の目的は、主として樹木の健康度判定上の問題を検討することを主とし、植生の活力度判定の基礎にしようとするところにある。

樹木を環境指標とする方法としては、科学技術庁 (1972)⁹⁾ による活力度や奥田 (1972)⁸⁾ による健康度がある。ところが活力度や健康度は評価の際の個人差が大きい。活力度においては、(1)表現があいまいである。(2)各項目の重みづけがなされていない。(3)孤立木での評価基準であるため、林内における樹木にはあてはまらない。(4)活力度階級のつけ方もその活力が高い方が小さい数字で表現されている。などの欠点がある。一方、健康度においては、(1)Vのランクが広い範囲を占めているの

* 現在国立科学博物館附属自然教育園

に比して、Ⅳ～Ⅰが細かくランクづけされている。(2)樹木と林床の健康度が一緒に扱われている点などの欠点がある。そこで我々はこの評価基準をより客観的で理解しやすいものとするを目的として、自然教育園内の樹木を中心として奥田式にランクづけされた樹木の各部位を測定した。

一方、マルチバンドカメラを利用して空中から撮影した写真の合成から植物の樹種や活力状態を判定する試みが自然教育園に関してもなされている。この結果とのつきあわせも興味ある点であったが、結果は次稿にゆずる。これらの調査は、文部省特定研究「都市生態系の構造と動態に関する研究」(代表者沼田真)とも密接な関連をもって行なわれた。

2. 方法と結果

2-1 地上調査

自然教育園には、胸高直径10cm以上の樹木の総数が1952年の調査では3829本あった。

そのなかで、多いものとしては、ミズキ(933本)、コナラ(293本)、ウワミズザクラ(187本)、イイギリ(137本)、スダジイ(385本)、クロマツ(374本)、アカマツ(118本;最近アカマツは、ほとんど枯死している)などがある。

以上のうちで、常緑樹であるスダジイと落葉樹であるミズキを、自然教育園内における対象樹種とした。この理由としては、最近教育園内でスダジイの枯れが目立つこと、ミズキは教育園内において重要な構成樹種であり、マルチバンド写真との対応においても必要であると考へたからである。また、針葉樹はマルチバンド写真との対応の意味でも必要であると考へられるが、今回は調査の対象とはしていない。

最近異常落葉が目立っているケヤキについては、千葉大構内のケヤキについて、毎月1回の写真撮影と観察を行なったが、これについては今回の論旨から省略する。

(1) ミズキ

自然教育園と対照地(高尾山)において、樹木の成長の変化を経年的にみるため、成長錐を利用して幹をくりぬき、年輪幅の測定を行なった。自然教育園においては1974年3月20日と4月3日で30本採取し、高尾山においては、1974年5月28日に20本採取した。

採取した棒状の標本を片刃のナイフでけずり、双眼顕微鏡で年輪の確認後、ノギスで年輪幅を測定した。年輪はふつう毎年1回出来るが、環境の変化により年輪が出来なかつたり、偽年輪が出来たりで、正確な測定はむずかしい(図1, 2)。

この結果をみると高尾山のミズキの成長には経年的に大きな変化がないのに対して、自然教育園のミズキには

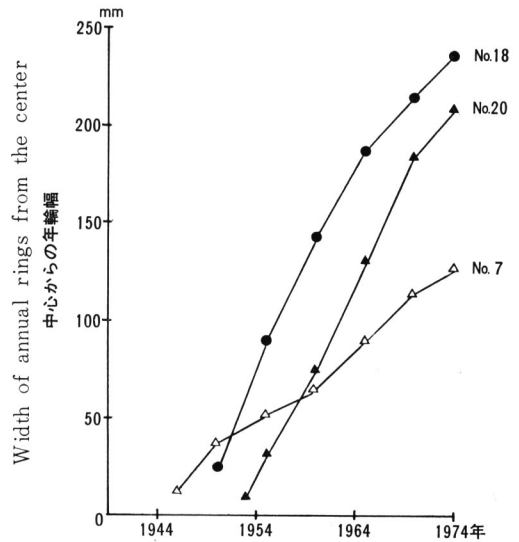


図1 高尾山のミズキの成長 1974年5月28日採取
Fig. 1. The growth curves of the width of annual rings of *Cornus controversa* at Mt. Takao

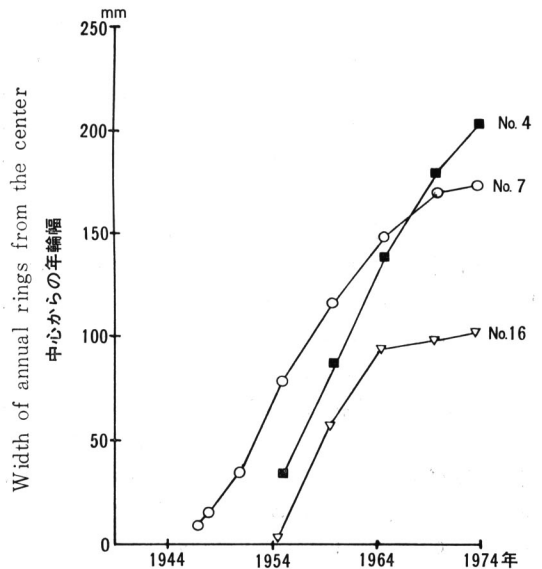


図2 自然教育園におけるミズキの成長
1974年3月20日採取

注 No. 16は上部が他の木に覆われている個体
Fig. 2. The growth curves of the width of annual rings of *Cornus controversa* in National Park for Nature Study in Tokyo. No. 16 is a tree which canopy is covered by another tree.

最近5~10年成長の鈍っているものが多い。しかし自然教育園のミズキ林は若い林で、密度も高く、光要因による成長の鈍化と考へられるものもあり、大気汚染その他の要因によるものとの区別はつかない。

自然教育園内において、ミズキの枝の枯れ方には、枝

表1 ミズキ葉のS含量

Table 1. Sulfur contents of leaves of *Cornus controversa*

採取地	採取日	採取高	樹高	D B H	S 含量	備考
自然教育園	8月15日	4m	8.8m	11.0cm	603mg/g dw	同一木
"	"	7	"	"	625	"
高尾山	9月17日	3	10.0	14.9	489	同一木
"	"	10	"	"	620	"

表2 ミズキの一年枝の直径と伸長量

Table 2. Diameter and growth in length of new shoots of *Cornus controversa*

自然教育園 8月15日			高尾山 9月17日		
採取高	基部直径	伸長量	採取高	基部直径	伸長量
m	cm	cm	m	cm	cm
4	0.31	1.82	3	—	1.42
5	0.35	2.71	4	0.30	2.23
6	—	4.31	7	0.38	5.20
7	0.42	5.11	8	0.36	14.54
8	0.65	23.89	9	—	19.81

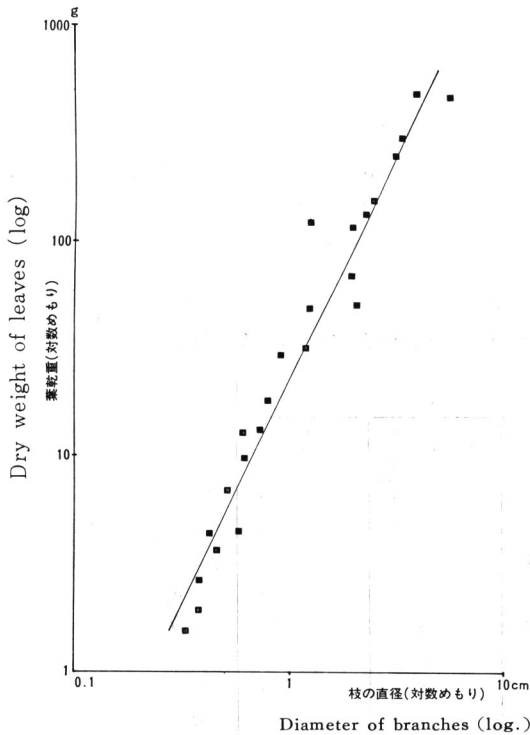


図3 高尾山のミズキにおける直径と葉乾重との関係
1974年7月19日
Fig. 3. Relations between the diameter of branches and the dry weight of leaves of *Cornus controversa* at Mt. Takao

先が枯れ、ヤゴ(徒長枝)が出る場合と、下枝が枯れる場合がある。一方、高尾山においては、下枝が枯れているものが多く、枝先に枯れはない。下枝が枯れるのは、照度との関係と考えられるが、枝先に枯れがあるのは乾燥か大気汚染によるものであろう。

次に自然教育園において8月15日、高尾山において9月17日にそれぞれ1本、木を切って枝の太さと葉の量、1年枝の伸長量、葉面積、葉の厚さ、高さ1mおきの年輪幅の測定、幹の重さなどの測定後、S含量の分析を千葉県林業試験場環境緑化研究室の青沼和夫氏に依頼した(表1, 2, 図3)。

枝の太さと葉の量との関係を調べた目的は、葉量の推定のための基礎的データとして使用したいという考えであった。つまり、幹の太さと葉量には、 $\log Y = a \log X + b$ (Y: 幹の直径, X: 葉量, a, bは定数)の関係があり、両対数グラフにおいて直線的関係があるため、健康度が下がるにつれ、この直線の傾きが変化するのはないので、それをグラフに表わそうと考えた。しかし両対数グラフにおいては、ばらつきは消えるが、差もはっきり出なかった。

また、枝の伸長量や葉の厚さなどは光要因に大きく左右されるため、採取高が高いほど伸長量が多くなり、両地点の差はなかった。

S含量の測定は燃焼式イオウ分析器によって測定された。その原理は、1700°Cまで昇温、燃焼させ、葉のSをSO₂として出し、水蒸気、余剰のO₂とともに滴定器へ移し、これをKIO₃で滴定する。このSO₂の量に相当する標準ヨウ素酸カリウム液を滴定すれば、その消費量からSO₂の量が算出される。

S含量の分析を依頼する前に葉の洗浄を行なわなかったため、葉の表面に付着したイオウ分も含まれているかもしれないし、葉中のイオウ分には経葉的なものと、経根的なものが両方含まれており、大気汚染とは関係のないものまで含まれている可能性がある。これらの点に注意してS含量の結果をみると、高尾山、自然教育園ともあまり差がみられず、また高さによる差があるかもしれない。

以上のように、高尾山のミズキと自然教育園のミズキ

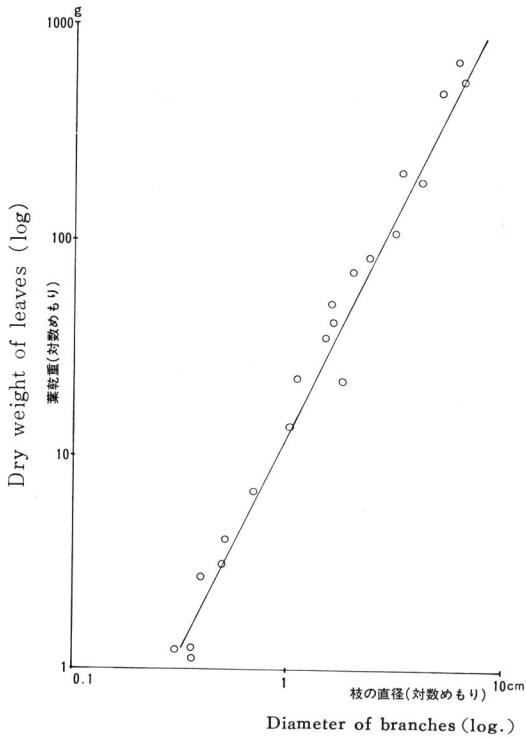


図4 自然教育園のスダジイにおける直径と葉乾重との関係
1974年7月25日
Fig. 4. Relations between the diameter of branches and the dry weight of leaves of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* in National Park for Nature Study in Tokyo

に差はあまりないようにみえる。

自然教育園のミズキにおいては異常落葉がおこる個体もあるが、まだ大気汚染で大枝が枯れたと思われる個体は非常に少なく、スダジイよりも都市環境には強いように思われる。

(2) スダジイ

自然教育園におけるスダジイは巨木であるため、高枝切を使用しても枝の採取が困難である。ところがたまたま風倒木があった際に葉量の関係を求め、葉面積、枝の伸長量、葉の厚さ、葉令構成などの測定を同時に行なった。しかし、健康度の悪い樹木での測定や、対照地である鴨川での測定を同時に行なわなかったため、比較が出来なかった(図4)。

そこで、成長が一応安定している時期と思われる10月4日に鴨川で1本、10月30日には自然教育園で11本の樹から枝の採取を行ない、葉令構成、伸長量、葉面積、葉の厚さなどの測定を行なった(表4)。



○ 1年葉
new leaves
◐ 2年葉
two-year-old leaves

図5 葉令のみかた

Fig.5. Method of examining leaf age

表3 スダジイ葉のS含量

Table 3. Sulfur contents of leaves of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*

採取地	採取日	採取高	DBH	S 含量			備考
				1年葉	2年葉	3年葉	
自然教育園	6月19日	18 ^m	70 ^{cm}	204 ^{mg/100g dw}	258 ^{mg/100g dw}	— ^{mg/100g dw}	同一木
"	"	23	"	166	210	—	"
"	"	5	100	231	277	—	ヤゴの枝から採取
"	7月初旬	上	65	231	243	—	同一倒木個体
"	"	下	"	213	186	190	"
"	7月25日	4 ^m	60	239	274	—	同一木
"	"	10	"	215	244	—	"
"	"	10	"	183	214	286	"
"	"	15	60	218	247	—	"
鴨川	10月4日	8	49	223	178	142	"
予防衛生研究所	6月1日	—	—	—	215	—	リーフトラップで採取
鴨川	7月3日	—	—	—	123	—	"

表4 スダジイの測定結果のまとめ

Table 4. Summary of measurements of various parts of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*

奥田式健康度	採取地	採取日	DBH	採取高	1年葉葉面積	1年葉比面積	1年枝 d^{2l}	葉令構成百分率 乾重(枚数)			
								1年	2年	3年	4年
V	鴨川	10月4日	cm 49	m 8(内側)	cm ² 16.3	cm ² /g 65.5	cm ³ 0.309	15.7% (17.2%)	66.3% (67.0%)	17.2% (15.3%)	0.8% (0.5%)
V	"	"	"	"(外側)	13.3	69.1	0.606	38.9 (56.0)	57.3 (41.3)	3.7 (2.6)	0.1 (0.1)
V	自然教育園	10月30日	16	5	10.4	72.4	—	50.0 (40.2)	50.0 (59.8)	0	0
V	"	"	"	"	11.5	92.0	0.887	92.8 (96.0)	7.2 (4.0)	0	0
V	"	"	15	"	9.1	85.7	0.359	64.5 (70.3)	35.5 (29.7)	0	0
V	"	"	13	"	9.9	92.7	0.641	55.6 (93.4)	44.4 (6.6)	0	0
V	"	"	16	"	11.4	66.0	0.612	74.9 (82.5)	25.1 (17.5)	0	0
V	"	"	10	"	13.3	76.9	—	95.1 (96.2)	4.9 (3.8)	0	0
V	"	"	83	6	12.6	69.0	0.625	92.3 (89.3)	7.7 (10.7)	0	0
V	"	"	115	"	9.5	64.2	0.508	92.6 (89.8)	7.4 (10.2)	0	0
V	"	"	"	"	6.5	62.5	—	98.6 (98.5)	1.4 (1.5)	0	0
IV	"	"	86	"	9.4	84.1	0.355	99.2 (99.4)	0.8 (0.6)	0	0
III	"	"	72	"	8.9	80.4	0.122	84.7 (84.1)	15.3 (15.9)	0	0
II	"	"	120	"	12.3	56.2	0.611	52.4 (54.8)	46.6 (45.6)	0	0
II	"	"	"	"	3.8	—	—	0.6 (1.7)	99.4 (98.3)	0	0
I	"	"	65	"	9.0	55.6	0.112	27.2 (28.1)	72.8 (71.9)	0	0
I	"	"	"	"	10.8	61.8	0.578	82.2 (80.9)	17.8 (19.1)	0	0
I	"	"	"	"	8.8	74.8	—	99.5 (99.4)	0.5 (0.6)	0	0

葉令のみかた：図5のように葉のつく位置で葉令がわかるが、毎年葉が出るとはかぎらないため、葉の裏の色や潜葉虫のくいあと、果実が2年かけて成熟するため、果実の大きさなどを見て葉令を決定した。

また、S含量はミズキの場合と同様、青沼和夫氏に分析を依頼した(表3)。

測定の結果、健康度と一年葉の葉面積、比面積(葉の

厚さ)、 d^{2l} ((基部直径)²×(枝の長さ))とのあいだには、はっきりとした関係はみることが出来なかった。また健康度が悪くなると葉面積、比面積、 d^{2l} が減少するという傾向は、健康度が非常に悪くなると逆転した。

次に葉令構成をみると、鴨川のシイは、光が良くあたる外側の枝では毎年よく枝を出し、葉の寿命は2年程度のもので多く、3~4年もつけているものは少ないが、

内側の枝では、毎年枝を出すことをせず、前年の葉でまかなっている枝の割合が多くなり、3～4年まで寿命のあるものが増加する。

一方、自然教育園のシイは葉の寿命が1年程度のものが多く、翌年の秋までついている葉はほとんどない。ところが非常に健康度が悪いシイになると、1年葉と2年葉との比率がまた変化してくる。しかしこの場合には、鴨川とちがって1年葉がついているものは2年葉が残っておらず、2年葉がついているものは1年葉が出葉していないという状態であった。

これらの結果から、理想的な状態とは鴨川における外側の枝の状態であるが、同じ個体の中でも内側の枝では、毎年葉を出さなくなる。ところが、自然教育園のシイのように何かの原因(害虫など)で葉の寿命が1年になると、それを補償するために毎年葉を出す枝の割合が増加し、木の老化も促進される。それがもっと悪い状態になると、その補償さえもしなくなるのであろう。

葉のS含量は試料数が少ないせいもあってか、1年葉より3年葉の方がS含量が少なくなったり、同じ個体、同じ高さにおいても数値が大きく変化するなどばらつきが多く、対照地域との差ははっきりしなかった。

3. 考察と健康度のランクづけ

都市における樹木の健康度を考える場合、都市環境の悪化に伴う樹木の衰弱が主眼であり、自然条件での樹木の衰弱や老齢化による衰弱とは、きりはなして考えるべき問題である。樹木の健康や健康度を考える際にできた問題点として次のことがあげられる。

(1) 林として健康で、活力度が大であるということと、1本の木として健康であるということとは別問題である。林全体を考える場合、ある樹木がそれ自身としては健康であっても、安定した林を維持していくのに欠かせない種がなくなっていたり、更新が行なわれていない場合、活力度が低い林といわざるを得ない。また、その逆もあるかもしれない。つまり林の活力度を考える場合には、種の組合せや、更新の面から1本の木の健康度とは別に考えるべきである。

(2) 1本の木の健康とその一部の枝の健康とは別問題である。葉令の構成や枝の伸長量、葉面積にも木の健康状態が反映されていると考えられるが、それらは枝の高さや林冠の上下、内外で大きく違う。一方、枝の大半が枯れていても残存している大枝についている葉は、枯れの目立たない木の葉とあまり差がない。これらのことから、測定する際のサンプリング方法が重要になる。

(3) 年によって葉量や葉面積、伸長量は大きく変化するため、ある年の絶対値が必ずしも健康度の段階を示すことにはならないため、表現があいまいになる。

(4) 対照地域をとっても、ここでも制限要因(光、密度、水分条件、遷移、気象条件など)があるので、同一条件ということはむずかしく、また、大気汚染など都市化による影響との区別が出来ないことがある。たとえば、沼田大学(1950)⁹⁾によれば、乾燥により林木の先端の乾枯がおこり、浅根性のもの、または生育地の土壌が浅い場合には枯死する。被害後しばしば徒長枝を出す。林木が乾燥すると、膨圧が弱くなり、虫害をうけやすくなる。乾燥の害を受けた後、数年間年輪幅も著しく狭少となるという。これらの症状は、ミズギにおいては大気汚染によって初期に現われるものと外見的には似ている。また、ブナについて斎藤(1954)¹⁰⁾は、土壌の違いで樹形が大きく違うことを述べている。適潤褐色森林土では、生育旺盛で枝下高が高く、樹形は良い。弱湿性褐色森林土では、生育は良いが枝下高が低く樹形は不良。乾性ポドソルはきわめて不良、などである。

また、対照にとったところでも開発の波は押し寄せており、一般的には相対的な対照でしかあり得ない。

(5) 弧立木と林内の樹木では樹形が違う。斎藤(1954)¹⁰⁾によれば、林の中の木の樹形は、①幹が完満で上下の直径差が少ない。②枝下が長い。③枝付が中庸である。④細枝型である。⑤葉は同化力の旺盛なものが多く着生している。⑥樹高が高い、などであり、弧立木はウラボケ的で枝下高が低く樹冠が大きい。

(6) 自然条件下における寿命で衰弱したのか、都市環境による要因で衰弱したのかの判別が困難な場合がある。老化した樹木はいろいろな被害を受けやすいので、寿命とも他の要因とも言いきれない場合が多い。新島(沼田大学⁹⁾より)はスギにおける樹令による樹形の変化を示しているが、スダジイにおいても老化による樹形の変化はあるように思われる。

(7) アカマツのように大気汚染に弱い樹種において、最近マツノザイセンチュウによる被害がふえているが、両者の原因の分離がむずかしい場合がある。

以上のように樹木の健康度を考える際、問題点が多いが、枯死につながる原因にかかわらず健康度の評価をし、多くの樹種での比較や、林全体としての活力度を推定することは可能である。

人間の健康とは“調節や代償作用も含めた、恒常性の保たれている状態”と定義されている。また健康と不健康、死は連続しているもので、どこまでが健康なのかという概念は時代とともに変化していくものであり、健康から死の方向へと健康のひずみ(ill-health)が増大してゆくものであると考えられている(鈴木1974)¹¹⁾。樹木においても同様な考え方をすることが出来るように思われる。つまり、健康な状態→多少ひずみが出てくる状態→代償作用によってなんとか生育している状態→代償

作用もなく、もとへもどれなくなる状態→枯死。これらの段階を主に樹形や葉量でランクづけしたものを健康度と考えることができよう。

そこで、いままでの測定の結果や観察をもとにしてスダジイのランク分けを試みた(図6~19)。スダジイのように再生枝が出る樹種でなく、すぐ枯死の方向へいく樹種(スギ、サクラなど)では多少ランクの分け方を変える必要があるように思われる。

健康度5: 樹形はクラスター状で異常がない(図6~8)。図8aは林の中で上部だけ光があたっている場合。

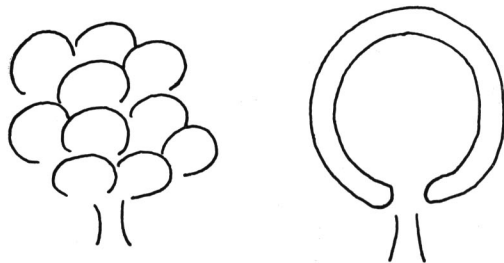


図6 孤立木における樹形と断面図
健康度5 奥田式でV

Fig. 6. External features and their cross section of isolated trees. New health index 5. Health index after Okuda V.

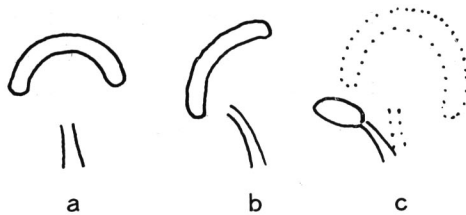


図8 林中のスダジイの樹形変化

Fig. 8. Variation of external features of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* in a stand (inside and border)

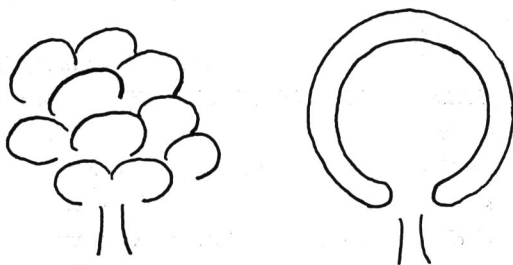


図9 孤立木における樹形と断面図
健康度4 奥田式でV

Fig. 9. External features and their cross section of isolated trees. New Health index 4. Health index after Okuda V.

図8bは片側が道となって開けている場合。図8cは上がおおわれている場合である。

健康度4: 樹形に変化はないが、異常落葉、葉の寿命の低下、煙ばんなどの現象が観察できる(図9~11)。

健康度3: 枝先が枯れるが、クラスターは崩れない。徒長枝が多少あるが、下から樹冠を見ると、上の方までみえる(図12~13)。

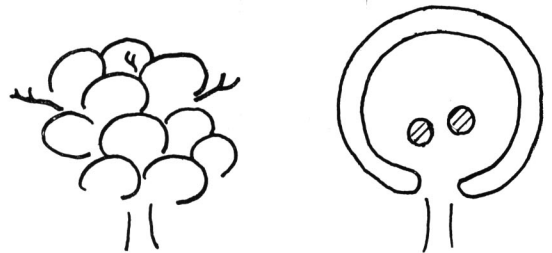


図12 孤立木における樹形と断面図
健康度3 奥田式でV
斜線部は徒長枝

Fig. 12. External features and their cross section of isolated trees. New health index 3. Health index after Okuda V. The hatched part shows turions.

健康度2: 枯れが大枝におよび、クラスターは崩れる。徒長枝が下層部に多く、上層部の枯れを徒長枝が補償している。下から樹冠をみると徒長枝が多くて、上まで見ることができない。また根元からの徒長枝も多い(図14~16)。

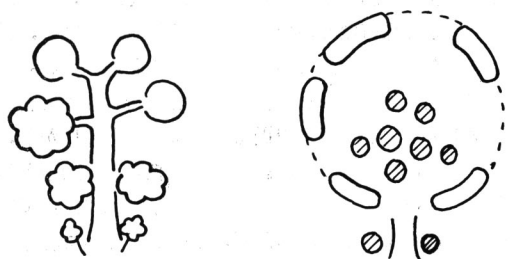


図14 孤立木における樹形と断面図
健康度2 奥田式でIV, III
斜線部は徒長枝

Fig. 14. External features and their cross section of isolated trees. New health index 2. Health index after Okuda IV, III

健康度1: ほとんど葉はなくなり、徒長枝の量も少なく補償しない状態。下からみるとほとんど空がみえる(図17~18)。

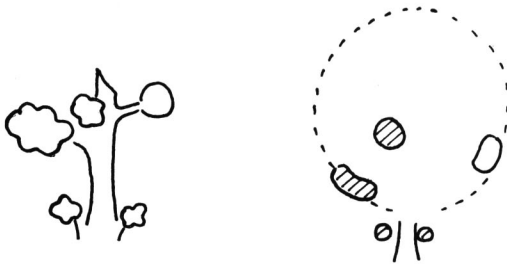


図17 孤立木における樹形と断面図
健康度Ⅰ 奥田式でⅡ, Ⅰ
斜線部は従長枝

Fig. 17. External features and their cross section of isolated trees. New health index 1. Health index after Okuda Ⅱ, Ⅰ

4. 要 旨

植物の反応を都市環境悪化の指標とする一方法として、健康度、活力度などの名で、樹形や枝の伸長さなどによるランクづけがある。この健康度をより客観的の理解しやすいものにするため、自然教育園に多いスダジイとミズキの葉の厚さ、葉面積、葉令構成、枝の伸長さ、S含量などについて、自然教育園と対照区（千葉県・鴨川）で測定を行なった。

その結果、ミズキについては、はっきりした地域の差はみられなかった。スダジイについては、葉の寿命に地域の差、あるいは活力による差がみられた。これらの結果や樹形の観察から、樹木の健康度を5つにランクづけし、図式化を試みた。

植物の成長に対しては、制限要因のみでなく、都市化にともなう他の制限要因も同時にはたらくため、樹木は厳密な意味で都市環境の指標植物とはなり得ないが、現状の把握の簡便な方法として利用できると思われる。

一方、近赤外波長域まで含めた植物の反射特性を利用してマルチバンドカメラで撮影した画像の色濃度から、樹種や活力状態を判定する試みが自然教育園を対象としてなされている。地上調査との対応の結果はまだ出ていないので、本稿では省略したが、樹冠が枯死して林床が写った場合とまぎらわしいこともあるし、他の制限要因による衰弱との区別が出来ないなど、問題点は多いようである。

5. お わ り に

本研究は樹木の健康度、植生の活力度に関する研究の一部であるが、途中でいろいろ相談にのって頂いた千葉大学の生嶋功、大賀宣彦、気象研究所の三寺光雄の諸氏、S含量の分析をして頂いた千葉県林業試験場の青沼和夫氏、自然教育園などでの野外調査を手伝って頂いた

矢野亮氏ら同園の方々に厚くお礼申しあげたい。

引 用 文 献

- 1) Braun-Blanquet. J.: Pflanzensoziologie. 1928, 1954, 1964 (鈴木時夫訳: 植物社会学Ⅰ, Ⅱ 朝倉書店 1971)
- 2) Knipling, E. B.: Leaf reflectance and image formation on color infrared film. P. L. Johnson ed.: Remote Sensing in Ecology, 17-29 (1969)
- 3) 千葉県農林部: 昭和48年度市原地区松類の枯損調査委員会未発表資料 (1974)
- 4) 東京都公害局規制部: 大気汚染の環境容量に関する基礎調査 (1974年7月)
- 5) 科学技術庁資源調査会: 高密度地域における資源利用と環境保全の調和に関する報告, 同付録 (1972)
- 6) Treshow, M.: Environment and Plant Response. McGraw Hill (1970)
- 7) Clements. F. E.: Plant Indicators. Carnegie Inst. of Washington (1920)
- 8) 奥田重俊: 自然教育園に生育するスダジイ巨木群の現状とその保護について, 自然教育園報告第3号 1-16 (1972)
- 9) 沼田大学: 森林保護学. 朝倉書店 (1950)
- 10) 斎藤孝蔵: 樹木生理. 朝倉書店 (1954)
- 11) 鈴木武雄: 公衆衛生学の立場から. 沼田編: 環境科学の方法と体系. 環境情報科学センター (1974)
- 12) 山家義人: 東京都内における樹木衰退の実態. 林試研報 No. 257, 101-107 (1973)

Summary

Some of plant responses are used as indicators of deterioration of urban environment. One of them is health index or vitality index which is qualified by tree forms or elongation of shoots. For the purpose of making it more objective and understandable, leaf thickness, leaf area, leaf age distribution, length of new shoots, and sulfur contents of leaves of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* (*Shiia sieboldii*) and *Cornus controversa* were measured in National Park for Nature Study in Tokyo and rural areas as a control.

As a result, differences between them were not found clearly in the case of *Cornus controversa*. On the other hand, differences were found in vitality or leaf age distribution in the case of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*. Based on the results and observation on tree forms, we classified the health of trees into five categories with schematic diagrams

(Figs. 6-18). Plant growth in urbanized areas is under influence of not only urbanization but also of other limiting factors. Therefore, we cannot use always the health index as an indicator of deterioration of urban environment in the strict sense. However we can use it as an integrated simple indication of existing conditions in urbanized areas.

On the other hand, feasibility of the tree species and tree vigor discrimination has been examined for four seasons using the chromatic density measurement of photographic image taken by the multiband camera

which can be sensitized near infrared band of plant reflection. However, we do not have yet the final result of comparison between the remote sensing and the ground examination. Therefore, we did not describe them in this paper, but the remote sensing method seems to have many questions. For example, we can hardly distinguish canopy from forest floor when the canopy withered, or we cannot separate decline caused by urbanization from that caused by other limiting factors.



図7 千葉県鴨川のスダジイ林
 Fig.7. *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* forest at Kamogawa in Chiba Prefecture.

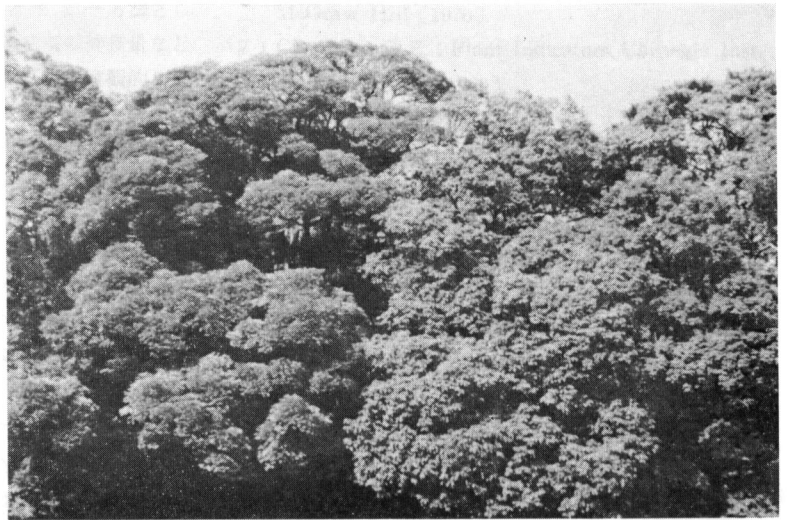


図10 明治神宮内の
 健康度4のスダジイ
 Fig.10. *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* in Meiji Shrine. New health index 4.



図11 自然教育園内の
 健康度4のスダジイ
 Fig.11. Young trees of *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* in National Park for Nature Study. New health index 4.



図13 自然教育園内の
健康度3のスダジイ

Fig. 13. *Castanopsis cuspidata*
var. *sieboldii* in
National Park for
Nature Study New
health index 4.

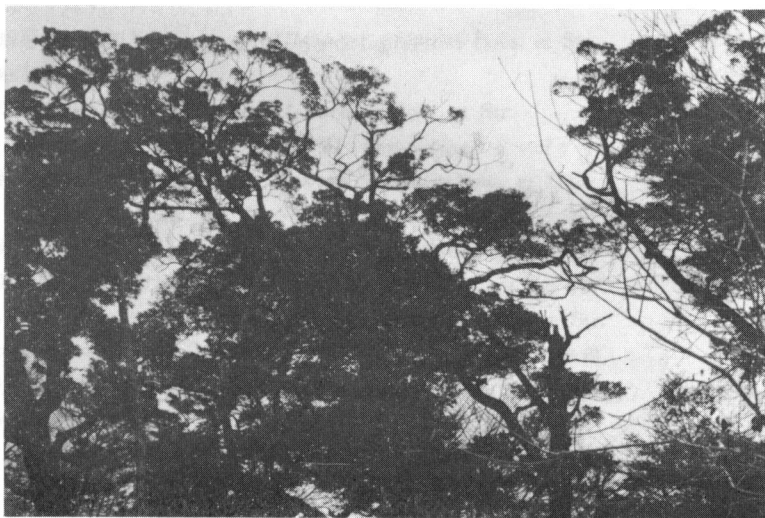


図15 自然教育園内の
健康度2のスダジイ

Fig. 15. *Castanopsis cuspidata*
var. *sieboldii* in
National Park for
Nature Study. New
health index 2.



図18 自然教育園内の
健康度1のスダジイ

Fig. 18. *Castanopsis cuspidata*
var. *sieboldii* in
National Park for
Nature Study. New
health index 1.

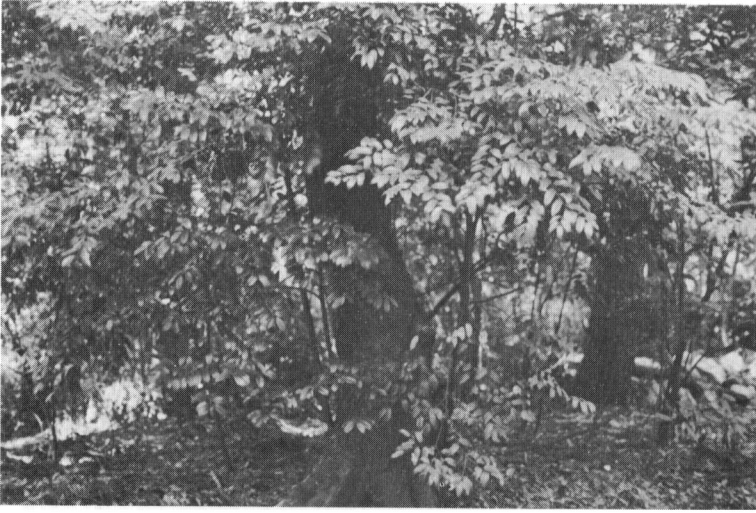


図16 根元から出たヤゴ

Fig.16 Turions grown from
the trunk base.