

日光杉並木の保全に関する研究

Study on the conservation of avenues of
cedar trees in the Nikko highway

古澤 勝・永井 護

By Masaru FURUSAWA Mamoru NAGAI

The Nikko highway is famous for its avenue of cedar trees. But more than a hundred trees wither a year and the number has a tendency to increase year by year. We think that the program to protect them need to be intensified more perfectly. The content are as follows. (1) Through historical review of material on the management of the Nikko highway, we point out problems on the protective policy of them. (2) Analysis is done to clarify the relation between the number of withered trees and environments of the road and the roadside. (3) From the result we recommend programs to protect them.

1. はじめに

徳川家康の重臣であった松平正綱は、主君の恩に報いるために寛永2年(1648)より20年余りの歳月を費やして、日光街道、例幣使街道、御成街道、会津街道の四街道に五万本余の杉を献植した。それが「日光杉並木」という名で人々に親しまれ、特別史跡・特別天然記念物の二重指定^{注1)}を受ける日本有数の文化財となった。四街道^{注1)}の約37kmの区間に総本数13,150(昭和63年現在)の並木杉が現存する。

2. 研究の目的と構成

本研究は日光杉並木を保全し、さらに有効に活用する施策を確立するための基礎的研究として以下の点を明らかにする。

* 正会員 工修 栃木県庁

(〒320 宇都宮市埴田1-1-20)

** 正会員 工博 宇都宮大学助教授 工学部建設学科
(〒321 宇都宮市石井町2753)

①今日までの杉並木の伐採状況及び管理について歴史的な経緯を整理し、杉並木の保全に関する施策の課題を検討する。

②並木杉の自然枯損に関する影響要因の中で特に土木工学的に操作可能な要因に着目し、伐採率に関する要因を分析し、これらの関係を明らかにする。

③以上より今後の施策について検討する。

3. 杉並木保全に関する経緯と今後の課題

(1) 並木杉の伐採数の変遷

文献等により、日光杉並木の総本数の変遷を整理したものが表-1である。伐採は、自然枯損、自然災害、その他都市計画等によるものに大別でき、自然枯損によるものが、近年高い割合を占めている。すなわち自然枯損による年間の平均伐採数の変遷を推定してみると、植栽完了時～明治33年(約40本/年)、明治34年～昭和元年(約65本/年)、昭和2年～25年(約40本/年)、昭和26年～36年(約65本/年)、

昭和37年～51年（約76本/年）、昭和52年～62年（約125本/年）となっている。昭和に入ってから年々伐採数が増加し、特に近年著しく増加している。

（2）日光杉並木の管理状況の歴史の変遷

杉並木の管理状況の歴史の変遷を表わしたものが表-2である。江戸期の杉並木は、日光奉行によってかなり周到で綿密な保育や保護等の管理が行われていたらしく、並木杉の盗伐による追放や並木杉の不法撤去に対する所払いといった事実からもこれがうかがえる。

明治期の杉並木は、三島県令による会津街道並木杉の大量伐栽のように公共事業、特に道路整備という面からかなり粗略に扱われた。一方、小田切・栃木県内務部長による日光杉並木の保安全管理に関する通達のように、この当時から貴重な文化財であると認識されていたという事実を見逃すことはできない。

明治末期から大正期は、杉並木の愛護運動が高まりを見せた時期であり、「杉並木植継永代献木」事業といった杉の補植事業の実施や内務省による史跡指定の下で比較的厳格な管理が行われた。

戦時中の杉並木は、全国的な老木の供木運動の中で全伐の危機にさらされた。また終戦直後の混乱期には、無断枝おろしや並木数への民家の建築が行われ、多大な人的被害を被っていた。戦後まず、杉並木の歴史的価値だけでなく風致的な重要性や学術的価値が評価され、特別天然記念物、特別史跡の二重指定を受けるようになった。昭和39年から昭和40年代にかけては、「日光太郎杉」を介して文化財としての杉並木と公共事業としての道路建設のいずれを優先するかという争議が起きたが、結局文化財としての価値が認められて杉の存続が計られた。

昭和50年代に入ると国の補助事業による並木数の買収が開始されるとともに、

表-1 日光杉並木の総本数と伐採数の変遷

年 代	自然枯損に伴う伐採	自然災害による倒木	都市計画等に伴う伐採	補 植	総 本 数
1625～48 1648				約15,000本	約5万本(杉苗) 約4万本
1648 ～1813 1814 1823 1824 ～1905 1884 1900	約5千本 約3千本		1407本 2557本 約千本		25,574本
1901 1906 1907 1910 1915	296本 707本 311本	約300本			21,277本
1915～26 1916 1923 1926		358本	2本	約6千本	18,765本
1937					17,128本
1943 1945 1949		12本	2本		17,976本
1949 " " 1950 "		86本 59本 25本			17,378本
1957 1959 " " " "		72本	6本 3本 19本 8本		
1961 "		21本			16,492本
1961 1961～67 1963 1967 "	119本 722本	60本 428本			15,795本
1968 1969 1970	122本 289本 477本				15,280本
1971～76 現在	326本				14,954本 約1万4千本

注1) 1648年までの補植数・総本数及び1900年までの伐採本数は、鈴木丙馬の『日光杉並木に関する研究』をもとにした。

注2) 1915～1960年までの伐採本数は、ここでは調査資料の関係上明らかにすることができなかった。

注3) 1900～1961年以降の総本数・伐採本数・倒木数は、主に日光東照宮編さんの『日光杉並木街道』をもとにした。

注4) 1962年以降の伐採本数・倒木数は、日光東照宮所有の『並木台帳』より算定した。

注5) 補植は表に示した以外に、明治期より現在まで日光東照宮によって年平均100～150本行われている。

「日光杉並木の保存管理計画」

が県を中心に策定され、保存管理に向けての県レベルでの対応策が進み出した。日光杉並木街道並木杉の保護と回復、日光杉並木街道の整備、史跡の普及啓蒙、管理体制の確立の4本柱により対策をまとめている。これは、鈴木丙馬が戦前からの調査結果をまとめ、昭和49年に杉並木の関係行政機関に向けて提出した「日光杉並木の緊急保存対策案」を受けて策定されたものである。その後、並木杉を活用するための計画も策定^(注2)されているが、自然枯損に伴う並木杉の伐採がこの10年間でかなり急激な増加傾向を呈し、このままでは百年後の存続さえ危ぶまれるという状況からも、「日光杉並木街道保存管理計画」による施策が十分な効果をあげないまま今日に至っているといえる。

(3) 日光杉並木の保全に関する課題

①並木杉の伐採本数は近年特に増加しており、新たに対応策を検討する必要が出てきている。

②国は特別天然記念物と特別

史跡の2重指定を行っているが、いずれも生物としての資源を保全していくためには充分な対策となっていない。

③県では「日光杉並木街道保存管理計画」を策定しているが、保全に対する将来目標が明確でないため、できる範囲での施策の羅列に終わっている。

④対策を定量的に評価するための基礎的研究が不足している。

4. 日光杉並木の伐採要因に関する分析

表-2 日光杉並木の管理状況の歴史的変遷

西 暦	事 象
1625	松平正綱により御成・例幣使・会津・日光街道の両側約3.7Kmに杉の苗木を献植し日光東照宮に寄進する(1648(慶安元年)まで続く)
1700	日光奉行により周到で綿密な杉並木の管理が行われる(1868年(明治元年)まで)
1807	河内郡土沢村(今市)六左衛門は、並木の盗伐により追放される
1821	日光奉行所が杉並木の伐採を取締まる
1853	河内郡倉ヶ崎の年寄見習三郎左衛門は、並木杉1本の不法撤去により所払いされる
1871	廃藩置県に伴い日光杉並木は栃木県管理となる
1884	三島県令による会津街道改修工事に伴い約一千本の並木杉が伐採される
1890	国鉄日光線の工事に伴って杉並木の一部が伐採される
1905	『国有土地森林原野下戻し法』により日光杉並木(25,574本)が東照宮に戻る
1908	明治41年～42年に農商務省の願認で一部の並木数の地元私下げが行われる
1910	『杉並木植栽永代献木』事業が始まる(大沢～今市間で補植が行われる)
1915	『日光東照宮三百年記念事業』で翌年から日光杉並木街道に約六千本の杉を補植する
1916	この年から日光杉並木街道の並木数境界の実測・並木数の図面作成が開始される
1919	日光東照宮は日光杉並木の制札を設置する
1920	日光杉並木街道を県道に認定、並木数を道路附属地とする
1922	日光杉並木は史跡名勝天然記念物法により史跡第一類の指定を受ける
1924	日光・今市の青年団の間で杉並木の愛護運動高まる
1926	日光東照宮による杉並木の測樹(樹高その他)が実施される
1929	日光杉並木の所管が内務省から文部省へ移行する
1935	日光杉並木街道沿線の町村長が内務大臣へ『杉並木保護請願書』を提出する
1937	この年から昭和15年まで鈴木丙馬氏は、樹齢300～320年の老齢日光杉並木杉の測樹を実施する(第一期実態調査)
1943	国家総力戦体制下で老木の供木運動が起こり造船資材として日光杉並木が全伐の危機にさらされる
1947	この年から昭和34年の間、鈴木丙馬氏は第二期の日光杉並木の実態調査を実施する
1948	日光東照宮は並木数の払い下げ申請を行うが、栃木県の反対にあい実現せず
1950	日光東照宮を中心とした日光杉並木保存委員会が発足する
1951	国庫補助事業として日光杉並木の根元保護石積み工事が始まる(昭和34年終了)
1952	日光杉並木街道は文化財保護法により『特別史跡・日光杉並木街道』として指定替えとなり、また、栃木県において日光街道管理委員会が発足する
1954	『日光“杉”並木街道』と名称変更、文化財保護法による天然記念物の指定をうける
1955	国道119号の一部拡幅舗装工事を実施する
1956	日光杉並木は『特別天然記念物』の指定をうける
1961	日光東照宮により日光杉並木台帳の作成番号札の取り付けが行われる
1962	十年連続の国庫補助事業として日光杉並木街道の上砂流出防止工事が実施される
1964	建設省・栃木県両者により『日光太郎杉』の土地収用手続きが開始され、厚生大臣は現状変更を認可するが、日光東照宮を中心に『日光太郎杉』付近の道路拡幅事業の公告取り消しを求める訴訟を宇都宮地裁に起こす
1965	『日光杉を守る会』の発足、『日光杉並木街道三百年の記録』が出版される
1969	『日光太郎杉』判決は日光東照宮の勝訴(宇都宮地裁)となり、建設省・栃木県側は控訴す
1970	日光杉並木街道旧観保存協会が発足し、同協会による日光～今市間の並木観賞道路が設定される
1973	『日光太郎杉問題』の控訴が棄却され(東京高裁)、太郎杉の存続が実現する
1976	国庫補助事業により並木数保護地帯の買収を開始する
1977	栃木県は『日光杉並木街道保存管理計画』を策定する

(1) 分析の目的

並木杉の自然枯損に影響を与える要因の中で、特に土木工学的に操作可能な要因に着目し、自然枯損木の伐採率に関する要因分析を行い、それらの関係を明らかにする。

(2) 分析の位置づけ

日光杉並木の保全に関する従来の研究として鈴木²⁾、池田¹⁵⁾の研究が挙げられる。前者は、林学的な立場から杉並木の成長量に着目して、その要因を明らかにしようとしている。

後者は地理学的な立場から杉並木の育成状況を把握しようとしている。これらと比較し、本分析は以下の特長を持つ。

a) 保全状況を表す指標

今後の対策を検討する上で、現在の環境が杉並木の保全にいかなる影響を与えているかを明らかにすることが必要となる。従来の分析では成長量を用いているのに対し、本分析では伐採率（期間中に伐採された本数の全体に対する比率）を提案し、有用性を実証的に示している。

b) 分析で扱う環境要因

環境要因を整理したものが図-1である。この中で、鈴木丙馬は主に杉並木全体や四街道を分析の単位とした数kmから10kmオーダーのマクロな分析単位において土壌条件に着目しているのに対し、本分析では数10mオーダーのミクロな分析単位において社会条件と数地条件に着目している。また、道路整備と沿道の土地利用として土木計画の中で扱うべき領域であると考えられる。

c) 分析手法

従来の研究は単一の要因毎に分析しているのに対し、本分析では多変量解析の手法を適用し、複数の要因を系統的に扱っている。

(3) 分析の手順

分析の手順は、マクロな分析とミクロな分析とに大きく分けられる。

マクロな分析では、伐採率と成長量を用いて四街道別、左右別等からみた杉並木の保全状況を比較し、伐採率を用いた分析の有用性を明らかにしている。

ミクロな分析では、例幣使街道、会津街道を対象として約50本を目安に、並木数形状の連続性を加味して190区間に分割し、分析の単位とする。伐採率と道路形態ならびに沿道状況を調べ、それらの相互

保全影響要因	分析スケール (m)					日光杉並木に関する人為的操作の可能性	一般の造林における人為的操作の可能性
	マクロ 10 ⁶	10 ⁴	10 ³	10 ²	ミクロ 10		
気候 気象条件	気候区画 気温 降水 風速・風向					不可能	不可能
地勢 地形条件	地体構造 標高 地形 地質					不可能	不可能
給水条件	河川 地下水 雨水 空気中の水分 水分の蒸散					困難	困難
土壌条件	土壌状態(水分・養分) 表層土の状態(種類等)					困難	可能
大気 日照条件	大気 日照					不可能	不可能
社会的 条件	交通 土地利用 人的被害					可能	可能
数地条件	並木数の状況 並木数の形状 樹下植栽					可能	可能
直接被害	天災(雷・突風等) 病害虫					困難	困難
生態的 特性条件	樹体条件(品種等) 樹齢・節					不可能	可能
立木状態 条件	並木の個体状態 植栽・密度					困難	可能

注1) 〇〇〇〇は、分析スケールの範囲を意味する。

注2) 〇〇〇〇は、本研究及び従来の研究で扱っている要因を示す。

図-1 並木杉の保全影響要因

の関係を分析して杉並木の保全状況を説明する要因を抽出し、伐採率の推定モデルを提示する。

尚、伐採率の算定には、日光東照宮の並木台帳を用いている。昭和37年から昭和63年までの27年間の自然枯損による伐採本数の、昭和37年の総本数に対する割合として区間毎に算定している。また、成長量に関するデータは昭和37年に計測されたものを用いている。

(4) マクロ分析

四街道別に保全状況を比較したのが表-3である。但し、風向きの影響をも考慮して、左右別に集計している。伐採率でみると御成街道と例幣使街道の保

全状況が悪く、会津街道が良い。成長量を示す胸高直径と樹高に関しては、日光街道と御成街道が優れ、例幣使街道と会津街道が劣っている。左右別では日光街道と御成街道は左側の伐採率が高く、例幣使街道と会津街道は右側が高いが、成長量では何れも左側が良い結果となっている。

昭和20年代から30年代前半にバイパスが一部整備されている日光街道と御成街道について、バイパスと並木街道の舗装の有無による保全状況の違いを比較したのが表-4である。伐採率でみると、バイパスのあるところの保全状況は比較的良好、さらに並木街道が無舗装の区間は良いといえる。これは、根系の大きさと交通量の2つが原因となっていると考えられる。各街道において交通量はほぼ一定であり、各区間の交通量はバイパス並びに舗装の有無に係わる。しかし、胸高直径と樹高では、このような傾向は見いだされない。

データの制約から同時点での両指標の正確な比較はできないが、次の点が指摘できる。杉並木の伐採率の優劣は成長量の優劣とは必ずしも一致していない。すなわち、両者には異なった要因が作用している。また、バイパスのように、比較的近年に変化した要因について、成長量は影響を受けにくいことが分かった。

更に、林業の立場とは異なり、杉並木の保全状態の良し悪しを判断するためには、並木杉の成長の良し悪しより生き死にを扱っている伐採率がより妥当な指標であるといえる。また、伐採率は伐採木の位置をチェックするだけで済み、簡明に計測できるという特長を有している。従って、今後の施策を検討する上で、保全状況を示す指標として伐採率を用い

表-3 四街道別の保全状況

		日光街道		例幣使街道		御成街道		会津街道	
		左側	右側	左側	右側	左側	右側	左側	右側
自然枯損木	胸高直径(cm)	71.5	67.9	62.6	62.2	72.7	71.0	67.0	63.0
	樹高(m)	26.1	24.8	25.1	24.9	27.9	27.1	24.1	23.7
	本数	195	176	689	725	419	295	68	74
	伐採率	0.144	0.130	0.164	0.170	0.190	0.158	0.110	0.118
	胸高直径	73.5	75.4	55.0	55.5	66.4	68.6	54.7	57.0
	樹高	26.1	26.7	23.1	22.9	25.9	26.7	22.4	23.3

注1) 上記の上2段は現存する杉並木の成長量を表わす指標であり、下4段は自然枯損した杉並木の伐採状況とその成長量を表わす指標である。

注2) 右側、左側の区別は、日光東照宮を基点として各街道を見たときの左右を意味している。

表-4 バイパス・道路舗装の有無別の保全状況

		日光街道				御成街道							
		(野口-瀬川)		(七重)		(今市-森友)		(森友)		(水無-大沢)		(大沢)	
		左側	右側	左側	右側	左側	右側	左側	右側	左側	右側	左側	右側
		左側	右側	左側	右側	左側	右側	左側	右側	左側	右側	左側	右側
自然枯損木	胸高直径(cm)	72.7	69.3	68.8	64.5	76.6	76.1	75.3	69.9	68.5	67.1	72.5	70.8
	樹高(m)	26.6	25.0	24.9	24.4	27.5	27.0	28.2	25.6	28.2	27.5	27.8	27.0
	本数	133	113	62	63	163	114	23	14	184	131	49	36
	伐採率	0.143	0.115	0.148	0.167	0.191	0.167	0.106	0.081	0.200	0.155	0.238	0.224
	胸高直径	72.4	74.5	75.6	77.2	74.5	80.3	80.2	79.9	58.1	57.0	63.9	69.4
	樹高	26.3	26.6	25.8	26.9	26.4	27.7	28.3	28.8	25.2	25.7	25.6	26.3
バイパス有無		有り		無し		有り		有り		無し		有り	
道路舗装有無		無し		有り		有り		無し		有り		有り	

注1) 胸高直径等の指標及び右側・左側についての説明は、表-3の注釈1、2に準ずる。

ることが有効である。

(5) ミクロ分析

a) 保全環境要因の検討

保全環境に関する要因を表-5に示す。伐採率に関する要因として道路の断面形状と沿道状況を示す7要因と植栽線密度をとりあげる。すなわち、これらが原因となり樹根の露出、根系の大きさ、土壌中の水分量を規定し伐採率に影響を与えていると考えられる。

数量化理論第1類適用し要因を分析した結果が表-6である。これまで定性的に言われていた関係が見いだされなかったものとして、並木数高、土地利用タイプが挙げられる。前者は樹根の露出の原因となり、伐採率に影響するとされていたが、明確な関

係は見いだされない。土地利用タイプについては、林地であることが望ましいとされていたが、必ずしもそのような結果となっていない。土壤の条件が悪いところが林地として残ったとも考えられる。擁壁は樹根の露出状況が激しい所について行っており、条件の悪い所に集中しているため、直ちに効果がないと判断することはできないと思われる。

この8要因から伐採率を説明する要因として、レンジが0.03以上でかつ偏相関係数が0.10以上の植栽線密度、並木数幅、土地利用タイプ、後背地幅を取り上げる。

b) 4要因の定性的な検討

4要因は土地利用タイプとその他の3要因の2つのカテゴリに分けて捉えられる。

土地利用タイプは、土地利用にともなう地表面の相違等、局地的な要因の代理変数と考えられる。土地利用タイプ別にその他の3要因を用いた重回帰分析の結果から、宅地については定数項が大きくなり伐採率が高い。またその他の3要因の説明力が相対的に小さい結果となり、局地的な要因の影響力が大きいと考えられる。

その他の3要因は、地中の水分の量、地形等、種々の保全環境要素を代表していると考えら

れるが、根系の大きさを規定する変数であり、それが伐採率に大きな影響を与えていると解釈される。鈴木丙馬も根系圏の大きさが保全に大きく影響することを指摘している。

これら3要因の間には、交互作用が働いているように見られる。図-2、3はその例を示したものである。後背地幅別に伐採率と並木数幅の関係を示したものである。図-2は後背地幅5m以下について、また図-3は後背地幅5m以上について示している。

表-5 分析に用いる保全環境要因

要 因	要 因 の 定 義
植栽線密度	各区間に立木している並木杉の総本数をそれぞれの区間延長で除した値<本/10m>
並 木 数 高	各区間における並木数の上面と道路面との平均的な高低差
並 木 数 幅	各区間における道路の側端から並木杉の中心までの平均的な距離
用水の有無	後背地（並木数の外側）の20m内における用水路の有無
側道の有無	後背地（並木数の外側）の20m内における側道の有無
土 地 利 用 タ イ プ	後背地（並木数の外側）の20m内における土地利用のタイプ <タイプ：宅地、田畑荒地、林地>
擁壁の状況	各区間の総擁壁長をそれぞれの区間延長で除した値
後 背 地 幅	各区間における並木杉の中心からみた後背地（並木数の外側）の平均的な距離

表-6 伐採率の要因分析（数量化I類）

要因アイテム	カテゴリー	頻度	カテゴリー数値		範囲	偏相関係数
植栽線密度 M	0 ≤ M < 3	47	-0.022		0.077	0.255
	3 ≤ M < 5	128	0.002			
	5 ≤ M	15	0.055			
並木数高 H	0 ≤ H ≤ 5.0	39	-0.008		0.013	0.067
	5.0 < H ≤ 15.0	84	0.005			
	15.0 < H	67	-0.002			
並木数幅 L	0 ≤ L < 2	71	0.017		0.087	0.342
	2 ≤ L < 4	96	0.004			
	4 ≤ L	23	-0.071			
用水の有無	有	144	-0.003		0.014	0.073
	無	46	0.011			
側道の有無	有	123	0.004		0.010	0.065
	無	67	-0.007			
土地利用タイプ	宅地	42	0.014		0.030	0.146
	田畑荒地	59	-0.016			
	林地	89	0.004			
擁壁の状況 G	0 ≤ G < 0.3	122	-0.004		0.014	0.084
	0.3 ≤ G < 0.9	19	0.001			
	0.9 ≤ G	49	0.010			
後背地幅 K	0 ≤ K ≤ 5	52	0.025		0.039	0.190
	5 < K ≤ 10	70	-0.005			
	10 < K	68	-0.014			

定数項 0.159 重相関係数 R=0.4313 (決定係数 R²=0.1860)

5m以下については、並木数幅が伐採率に影響をあたえているのに対し、5m以上では明確な関係が見られない。すなわち、後背地幅に余裕がある場合には並木数幅の影響は小さくなる。このような関係が3要因の中で見いだされる。

c) 伐採率の推計モデル

推定モデルとして分散分析、重回帰、数量化理論によるモデルが考えられる。3要因の非線形性を考慮して数量化理論第1類を適用した。

結果が表-7である。土地利用については田畑荒地、林地、宅地の順に伐採率が高くなる。その他の要因については、後背地幅、植栽線密度、並木数幅の順にレンジ、偏相関係数ともに大きくなる。これは3つの要因ごとに根系の広がりへの制約に対する程度が異なるためであると考えられる。すなわち、擁壁、あるいはアスファルト舗装で根系の拡大が制約されている並木数幅を改善することが保全に最も効果的である。

土地利用タイプを省く3要因についてはデータ数の少ないカテゴリー（ $5 < L$, $0 \leq k \leq 2$ ）を省いてほぼ直線的にカテゴリースコアは変化している。この結果からは、従来経験的に言われていた閾値のようなものは認められない。

期間中の平均伐採率は約21%であるから、各要因のレンジは、この値に対して上から各々52%、56%、15%、19%でありこれらの要因に関して改善を計ることにより、かなりの効果を期待することができる。但し、これらのモデルの結果は過去の実績に基づくものであり、今後の施策に対する効果を推定するためには、樹齢等を勘案して、効果がでるまでのタイムラグについて考慮しなければならない。

5. 結論

以上の分析より得られた知見は、以下のようにまとめられる。

①自然枯損による伐採本数は、近年特に増加傾向にあり、このままの傾向が続けば1世紀後には存続が危ぶまれる。

②文化財指定、さらに「日光杉並木街道保存管理計画」は必ずしも十分な対策とはなっていない。将来の目標に基づく施策の体系

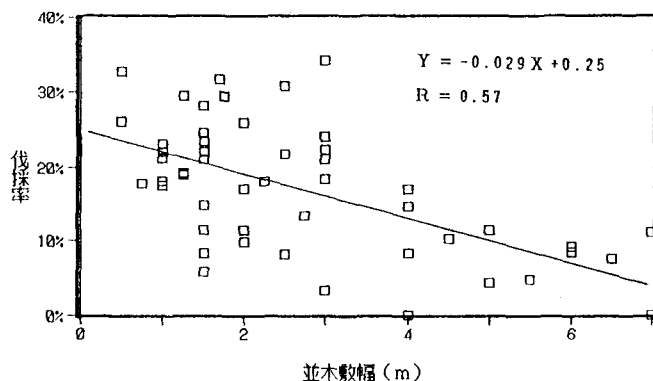


図-2 伐採率—並木数幅の関係
(後背地幅 $K \leq 5$ m)

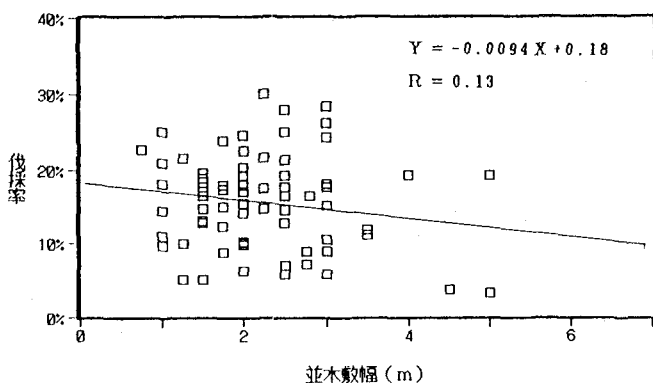


図-3 伐採率—並木数幅の関係
(後背地幅 $5 \text{ m} < K \leq 10 \text{ m}$)

表-7 伐採率の推計モデル (数量化I類)

要因アイテム	カテゴリー	頻度	カテゴリー数値	範囲	偏相関係数
植栽線密度 M	$0 \leq M < 2$	8	-0.054		0.111
	$2 \leq M < 3$	39	-0.013		
	$3 \leq M < 4$	76	-0.008		
	$4 \leq M < 5$	52	0.013		
	$5 \leq M$	15	0.056		
並木数幅 L	$0 \leq L \leq 1$	19	0.040		0.119
	$1 < L \leq 2$	80	0.003		
	$2 < L \leq 3$	60	0.008		
	$3 < L \leq 4$	15	-0.034		
	$4 < L \leq 5$	7	-0.078		
	$5 < L$	9	-0.051		
後背地幅 K	$0 \leq K \leq 2$	9	-0.014		0.032
	$2 < K \leq 4$	32	0.018		
	$4 < K \leq 6$	25	0.011		
	$6 < K \leq 8$	21	0.000		
	$8 < K \leq 10$	35	-0.003		
	$10 < K$	68	-0.009		
土地利用タイプ	宅地	42	0.021		0.039
	田畑荒地	59	-0.017		
	林地	89	0.001		

定数項 0.159 偏相関係数 $R = 0.4426$ (決定係数 $R^2 = 0.1959$)

化が必要であり、施策を定量的に評価するための基礎的研究が必要とされる。

- ③伐採率は保全の観点から並木杉の現在の環境を評価する指標として、従来のものと比べ有効である。
- ④並木杉の保全に植栽密度、並木数幅、後背地幅、沿道土地利用が大きな影響を与えることが分かった。
- ⑤従ってバイパスの整備を計り、並木数内の道路の幅員を狭め、舗装を取り除き、並木数幅を拡大すると共に、沿道の土地利用規制をさらに強化する対策が望まれる。
- ⑥今後、さらにデータの充実を計り交互作用をモデルに組み込むこと、更に、これらの対策の効果を実験等を通して確かめることが課題として挙げられる。

注1) 4街道は今市市を交点として、西へ日光街道北へ会津西街道、東へ御成街道、南東へ例幣使街道が延びている。日光杉並木の区間は各々以下の通りである。(S61年現在)

日光街道・・・	8.5 KM	2,272本
御成街道・・・	10.7	3,186
会津西街道・・・	3.9	1,064
例幣使街道・・・	13.9	6,951

注2) 例えば「日光杉並木景観モデル事業調査 S 61 栃木県」等が挙げられる。

- 1) 古谷 清：特別史蹟「日光杉並木街道」の史的考察、日光東照宮社報「大日光」5、1954
- 2) 鈴木丙馬：日光並木杉に関する研究、宇都宮大学農学部学術報告特号No.8、1961
- 3) 日光東照宮林務部：日光杉並木の並木台帳、1961
- 4) 日光東照宮：日光杉並木街道保存に関する諸問題、日光東照宮社報「大日光」21、1964
- 5) 鈴木丙馬：日光杉並木300年の記録、農林出版、1964
- 6) 鈴木丙馬：日光杉並木街道保存上の問題点、林業技術No.344、1970

- 7) 日光東照宮林務部：日光杉並木街道、1970
- 8) 日光東照宮林務部：日光杉並木街道の現状と問題(その破壊と衰亡)、1971
- 9) 鈴木丙馬：日光杉並木街道の美化とその保持、第11回日本道路会議特定課題論文集(第5部会)、1973
- 10) 鈴木丙馬：日光太郎杉樹群の伐採紛争を顧みて、山林No.1073、1973
- 11) 高橋喜平：日本の杉、1974
- 12) 鈴木丙馬：日光杉並木街道の緊急保存対策案、1975
- 13) 栃木県教育委員会：特別史蹟・特別天然記念物 日光杉並木街道保存管理計画、1977
- 14) 坂口勝美：スギのすべて、全国林業改良普及協会、1982
- 15) 池山勝幸：日光杉並木に関する地理的考察、地理実地調査報告 第19号 今市地区、1983
- 16) 日光市史編さん委員会：日光市史
- 17) 今市市史編さん委員会：今市市史