

Title	地域の景観特性と直翅類の種類的相关：鶴見川流域における一事例
Sub Title	Correlation between number for the orthoptera species and indices of local landscape diversity : a case study at Tsurumi River basin
Author	深田, 晋一(Fukada, Shinichi)
Publisher	慶應義塾大学日吉紀要刊行委員会
Publication year	2002
Jtitle	慶應義塾大学日吉紀要. 自然科学 No.32 (2002. 11) ,p.55- 66
JaLC DOI	
Abstract	This study tried to compare usefulness of several indices of land-scape diversity for estimating local species diversity. Study area was set as an array of 30 quadrates (1km by 1km) along the center axis of the Tsurumi River Basin. The index of species-diversity used in this study was obtained by counting number of nocturnal-calling Orthoptera species as determined by identifying different crickets calls in each square. The indices of landscape diversity used were determined for each square as the number of the types of vegetation cover-age area and three compound indices calculated from the proportions of g different land use types described in the officially published topographic map of the concerned area. Values of correlation coefficient between the species diversity and all of the four landscape-diversity indices proved highly significant with the levels of significance higher for Shannon function , McIntosh's index , number of the types of vegetation area , Simpson's index in order.
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN10079809-20021115-0055

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

地域の景観特性と直翅類の種数の相関

——鶴見川流域における一事例——

深 田 晋 一

Correlation between Number of the Orthoptera Species and Indices of Local Landscape Diversity—A Case Study at Tsurumi River Basin—

Shinichi FUKADA

Summary—This study tried to compare usefulness of several indices of landscape diversity for estimating local species diversity. Study area was set as an array of 30 quadrates (1km by 1km) along the center axis of the Tsurumi River Basin. The index of species-diversity used in this study was obtained by counting number of nocturnal-calling Orthoptera species as determined by identifying different crickets calls in each square. The indices of landscape diversity used were determined for each square as the number of the types of vegetation coverage area and three compound indices calculated from the proportions of 9 different land use types described in the officially published topographic map of the concerned area. Values of correlation coefficient between the species diversity and all of the four landscape-diversity indices proved highly significant with the levels of significance higher for Shannon function, McIntosh's index, number of the types of vegetation area, Simpson's index in order.

Key Words: Species-diversity, Landscape-diversity, Orthoptera, Tsurumi River Basin, Line Census

1 : 序 論

地域の特性に基づいて、そこに生息する生物の種の多様さを推定するという課題は、生態学の分野において古くから興味深いテーマとして取り上げられている。植物を始めとする多様な陸上生物群の種数が、地域の面積の増加にともなって増大する傾向は、種数面積曲線の一般傾向として良く知られているところであり (Arrhenius (1921), Williams (1943), 木元

(1982)等), 地域の面積そのものが種多様性を推定する際の重大な要素であることは言うまでもない。地域の種数を推定する手がかりとしては, さらに樹林地の分断や連結の状況や, 地域を構成する生態系要素, あるいは景観要素の多様性なども大いに注目されている。本研究は, 直翅目(Orthoptera)に属する発音性の昆虫類(コオロギおよびキリギリスの類)を材料とし, 地域の景観の特性からその地域の生物種の多様性を推定する手法について実証的に確認することをめざしたものである。

2 : 調査対象としての発音性の直翅類

直翅目の中でもキリギリス亜目(Ensifera)に属する昆虫の多くは, 主として夜間に, 種ごとに特徴的な発音をすることが知られている。地域の生物多様性の指標として, このグループの昆虫を選定する有利さは, 以下のようである。第一に, 一般にこれらの鳴き声は, その場所に生息さえしていれば相当高い確率で確認することができる。特にコオロギ等は, 一般に個体数が多く活動も活発で, 成虫がいれば大体鳴き声を確認することができる。第二に, 調査員による個人差もあまり生じないと考えられる。鳴き声は通常の注意を払っていれば継続的かつ共通的に聞こえてくるので, 鳥類の目視調査の場合のように, 見つけた, 見つけられなかったという違い, あるいは確認の主観性に係わる混乱はあまり生じないと思われる。第三に, 目視や捕獲による調査では, 対象を注視したり捕獲して確認・収容する時間がかかり, 長距離をスムーズに移動しながら調査を行うことは容易ではないが, 鳴き声による確認ではそれが容易であり, 比較的広いエリアについて定量的に調査することが可能である。

3 : 事例地域

調査地域としては, 東京都町田市に発し, 横浜市鶴見区生麦で東京湾にそそぐ一級河川, 鶴見川の流域を選定した(Fig. 1)。鶴見川の流域は, 源流部から下方にむかって, 多摩I面・II面, 下末吉台地, 沖積低地と多様な大地の構成をみせ, さらに域内には林地, 農地, さらに各種の程度に人工化された市街地など多様な景観・土地利用要素を含んでいる点から, 本研究の事例地域としてふさわしいと考えられる。

4 : 方法

4.1 調査区の設定

鶴見川流域はその形状からしばしば, 首をもたげたバクに見立てられる。そのバクの鼻先(流域の最源流部にあたる町田市上小山田付近)と, 心もち後ろに突き出した右の後ろ足(横浜市鶴見区付近)を直線で結ぶとその距離は約30キロメートルとなり, ちょうど流域の中央を縦断する形となる。本研究においてはこの流域の縦断線を調査線を中心として一辺1キロメー

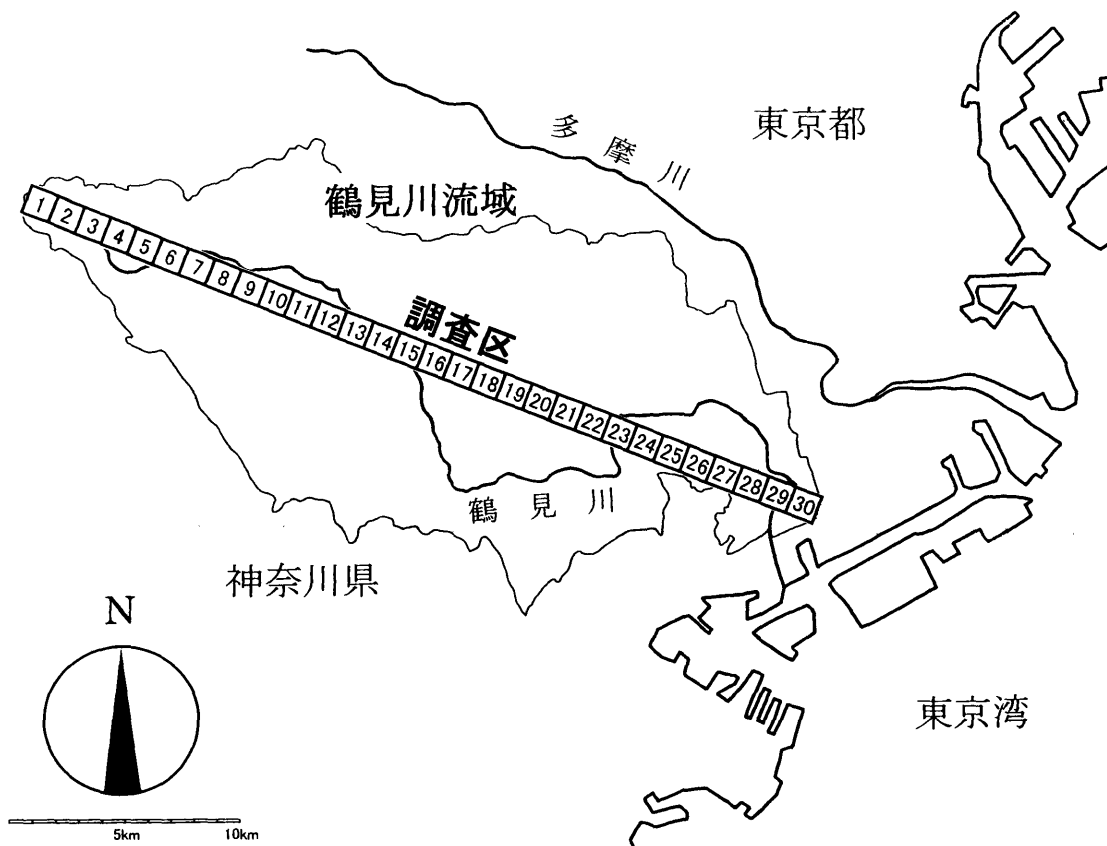


Fig. 1 Study Area

トルの方形区の列（方形区の数30）を設定し、これを調査区とした。

4.2 直翅類の調査

調査は1995年9月27日から同10月4日までの間に計5日、午後6時30分から11時までの間に実施された。この時期は1年のうちで最も多くの直翅類が活発に活動する時期にあっている。

直翅類の鳴き声は種ごとに特徴を持っており、それによって野外で種を判別する調査手法は、浜口（1994）等で見られるように広く行われている。直翅類のそれぞれの種の鳴き声を覚えるにあたっては市販のCDなど各種の録音情報を利用できるほか、調査の実施に先立って野外で鳴いている個体を探索、視認してその種名を確認する等の方法により、十分な聴き取り能力を養成した。

調査に当たっては、各区において、その中央を横切っている中心線からできるだけ離れないようにしながら徒歩で移動し、その間に聴き取ることのできた直翅類の種名を記録する、ラインセンサス法を採用した。ここで記録された種数をもって各メッシュにおける種数の推定値とした。

4.3 地域の景観的特徴と直翅類種数との相関分析

地域の景観的な多様度の把握にあたっては、国土地理院発行の2万5千分の1地形図を用い、生態学的に重要な意味を持つと思われる9つの土地利用類型、すなわち1) 広葉樹林、2) 針葉樹林、3) 竹林・しの地、4) 荒地、5) 田、6) 畑・牧草地、7) 果樹園、8) 桑畑、9) その他の樹木畑に着目して、メッシュ内でそれぞれの類型が占める面積をドット・テンプレート法によって算出した (Tab. 1)。ここで用いた類型区分は主として植生の有無とその種類に

Tab. 1 The Number of Orthoptera Species and the Indices of Landscape

(各指数と直翅類の種数との相関係数)

調査区間	確認された直翅類の種数	0.8080723	0.8196173	0.7953999	0.8317844	0.8504851
		緑被率	緑被地 類型数	SID	MID	シャノン 関数
1	13	94	7	3.1210986	-0.003642	2.0644947
2	15	77	8	4.3859649	0.1707388	2.4121408
3	14	66	8	4.1981528	0.1499343	2.3596633
4	16	61	8	3.1826862	0.0071964	2.0735335
5	11	51	7	2.5680534	-0.117828	1.6833382
6	10	63	7	4.0883074	0.1371073	2.2475872
7	12	35	6	2.1258503	-0.239611	1.5100181
8	10	25	7	1.7289073	-0.386664	1.3567534
9	16	46	8	2.9052876	-0.044304	2.0992201
10	11	24	6	1.6846361	-0.406217	1.2834968
11	14	83	7	4.0783034	0.1359134	2.2738183
12	13	44	8	2.7762354	-0.070853	2.0188953
13	9	35	5	2.1570319	-0.229813	1.5451344
14	9	45	6	2.813731	-0.062951	1.9139128
15	9	22	7	1.5984655	-0.446578	1.1834981
16	9	0	1	1	-0.858282	0
17	10	13	4	1.310616	-0.609151	0.7558487
18	10	16	5	1.3993843	-0.553696	0.9067607
19	8	23	6	1.619171	-0.436586	1.132397
20	8	9	3	1.199904	-0.686763	0.5052482
21	7	37	6	2.2163121	-0.211758	1.5704899
22	9	23	7	1.6350556	-0.42905	1.2131373
23	7	8	4	1.1773016	-0.703939	0.5060828
24	6	14	4	1.3322675	-0.595115	0.7375268
25	9	26	7	1.7531557	-0.37627	1.3161304
26	7	22	4	1.5757958	-0.457743	1.0001111
27	6	9	3	1.2010569	-0.685899	0.5191164
28	6	0	1	1	-0.858282	0
29	3	0	1	1	-0.858282	0
30	4	0	1	1	-0.858282	0

着目したものである。同様の研究事例においては、ここで用いた地形図の代わりに現存植生図を用いた例（一ノ瀬・加藤（1993））や、空中写真から植生を判読した例などもあるが、現存植生図は本研究の時期に見合ったものがなく、また空中写真からの植生の判読は、本研究における調査区についてこれをすべて行うには多大な労力と時間を必要とすることから、地形図の利用が妥当であると考えた。

4.3.1 緑被率

人工建造物が多く植生が乏しい場所では、生態系は相対的に貧弱で種の多様性も低く、一方地表面に植生が豊かな場所では、そこにおける生態系も豊かで種の多様性も高いであろうという推測は、経験的になされるものである。既存の研究事例においても、藤巻（1981）はメッシュデータによって鳥類の種数と緑被率の関係を論じている。これについて調べるため、まず初めに各メッシュ内の緑被率を算出した。ここでいう緑被率とは、2万5千分の1地形図に示される地表面の景観類型の中で、緑被地に該当する上掲の9つの面積を合計し、全体に対する割合を求めたものとする。

各メッシュにおいて上記の各景観類型の面積をドット・テンプレート法によって読み取り、緑被率を算出して、各メッシュにおける直翅類の種数との相関について分析した。

4.3.2 景観多様度1：緑地類型数

地域における生態系の豊かさ、ひいては種の多様性は、単に緑被地の面積の大小だけでなく、そこにどれだけ多様な植生が含まれているかということと関係しているのではないかということも、自然に想像されるところである。地域の植生の多様度については、それを数値化しようとする場合様々な方法が考えられる。その中でも最も単純な方法として、ここではまず、前節で述べた緑被地に該当する9つの景観類型について、各調査メッシュにおいてそのうちの何種類が存在するかを調べ、各メッシュにおける直翅類の種数との相関について分析した。なお、ここではその値を仮に「緑被地類型数」と呼ぶことにする。

4.3.3 景観多様度2：シンプソンの多様度指数

次いで、ここまで用いてきたデータを基に、多様度の指数の一つであるシンプソンの多様度指数（Simpson's Index of Diversity：SID）を用いて、各メッシュにおける緑地の多様度を調べた（Tab. 1）。シンプソンの多様度指数は以下のような方法で求められる（Simpson（1949））。対象地域内の景観をn個の類型に区分し、各類型に属する面積の割合をそれぞれP1, P2, …Pnとすると、

$$SID = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{P_i} \right)^2 \quad \left(\text{ただし} \sum_{i=1}^n P_i = 1 \right)$$

このようにして求めた各メッシュにおける緑地の多様度と、直翅類の種数との関係について分析を行った。

4.3.4 景観多様度3：マッキントッシュの多様度指数

また同様に、多様度指数の一つとして広く用いられているマッキントッシュの多様度指数

(McIntosh's Index of Diversity : MID) を用いて各メッシュにおける緑地の多様度を算出し (Tab. 1), 各メッシュにおける直翅類の種数との関係を調べた。マッキントッシュの多様度指数は次のようにして求められる (McIntosh (1967))。対象地域の面積が L であるとき, 域内の景観を n 個の類型に区分し, 各類型に属する面積をそれぞれ l_1, l_2, \dots, l_n とすると,

$$MID = \frac{L - \sqrt{\sum_{j=1}^n (l_j)^2}}{L - \sqrt{L}} \quad (\text{ただし } \sum_{i=1}^n l_i = 1)$$

4.3.5 景観多様度 4 : シャノン関数

さらに, 近年よく用いられる多様度指数としてシャノン関数 (Shannon function) がある。これはエントロピーの概念を用いたもので, 以下のような方法で求められる (Shannon & Weaver (1949))。対象地域内の景観を n 個の類型に区分し, 各類型に属する面積の割合をそれぞれ P_1, P_2, \dots, P_n とすると,

$$SF = - \sum_{j=1}^n P_j \log_2 P_j \quad (\text{ただし } \sum_{j=1}^n P_j = 1)$$

5 : 結 果

5.1 記録された直翅類

各調査メッシュで確認された直翅類を Tab. 2 に示す。全メッシュの通算では, 確認された直翅類はキリギリス科 8, コオロギ科 12, カネタタキ科 1, ケラ科 1 の計 22 種であった。西村・浜口 (1989) では神奈川県で記録のあるキリギリス亜目として 75 種が挙げられているが, その中には発音しない種や音が小さくて野外では聞き取りにくい種も含まれており, また山地性や海岸性であって今事例地域には生息していないと思われる種, および極めて稀な種もあり, 今回の条件下で可能性のある大半の種が確認された印象である。また, メッシュごとの確認種数を見ると, 最も多い場合で 16 種, 少ない場合で 3 種であった。

5.2 調査区の緑被率および緑地多様度の算出

3.3 節で述べた方法によって, 各調査メッシュの緑被率および緑地多様度 (緑地類型数, シンプソン指数, マッキントッシュ指数, シャノン関数) を算出した結果を Tab. 1 に示す。

5.3 直翅類の種数と緑被率および緑地多様度の関係

各調査メッシュにおける直翅類の種数と緑被率および緑地多様度の関係について分析を行った。緑被率および緑地多様度の各々について直翅類の種数との間の相関係数を求めたところ, その値は Tab. 1 の上段に示した通りになった。Fig. 2 から Fig. 6 はそれぞれにおける散佈図と回帰式である。ここで用いた各指数を相関係数の値の大きい順に挙げれば, シャノン関数 (0.850), マッキントッシュ指数 (0.832), 緑地類型数 (0.820), 緑被率 (0.808), シンプソ

Tab. 2 Identified orthoptera species in each quadrates

種名 \ 区間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. セスジツユムシ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			○
2. クツワムシ	○		○								○				
3. ハヤシノウマオイ	○	○	○	○					○		○				
4. クサキリ	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○			○
5. オナガササキリ				○						○					
6. ウスイロササキリ		○							○			○			
7. ササキリ	○	○		○	○		○		○						
8. ヤブキリ	○	○	○	○	○			○	○		○				
9. ツツレサセコオロギ	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○		○
10. タンボコオロギ		○			○						○				○
11. ハラオカメコオロギ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12. ミツカドコオロギ		○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○	○
13. エンマコオロギ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14. クマスズムシ														○	○
15. アオマツムシ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16. カンタン	○	○	○	○			○			○					
17. クサヒバリ									○	○					
18. マダラスズ		○		○		○	○	○				○	○		○
19. カワラスズ									○						
20. シバスズ	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
21. カネタタキ	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○		○
22. ケラ			○	○	○						○				
区間別種数	13	15	14	16	11	10	12	10	16	11	14	13	9	9	9

種名 \ 区間	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1. セスジツユムシ		○								○					
2. クツワムシ															
3. ハヤシノウマオイ															
4. クサキリ					○		○								
5. オナガササキリ															
6. ウスイロササキリ															
7. ササキリ															
8. ヤブキリ															
9. ツツレサセコオロギ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○
10. タンボコオロギ			○	○											
11. ハラオカメコオロギ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12. ミツカドコオロギ	○	○	○	○	○		○				○		○		
13. エンマコオロギ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14. クマスズムシ							○								
15. アオマツムシ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○
16. カンタン	○		○							○					
17. クサヒバリ		○													
18. マダラスズ	○	○	○				○	○		○	○	○			
19. カワラスズ															
20. シバスズ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
21. カネタタキ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○		
22. ケラ													○		
区間別種数	9	10	10	8	8	7	9	7	6	9	7	6	6	3	4

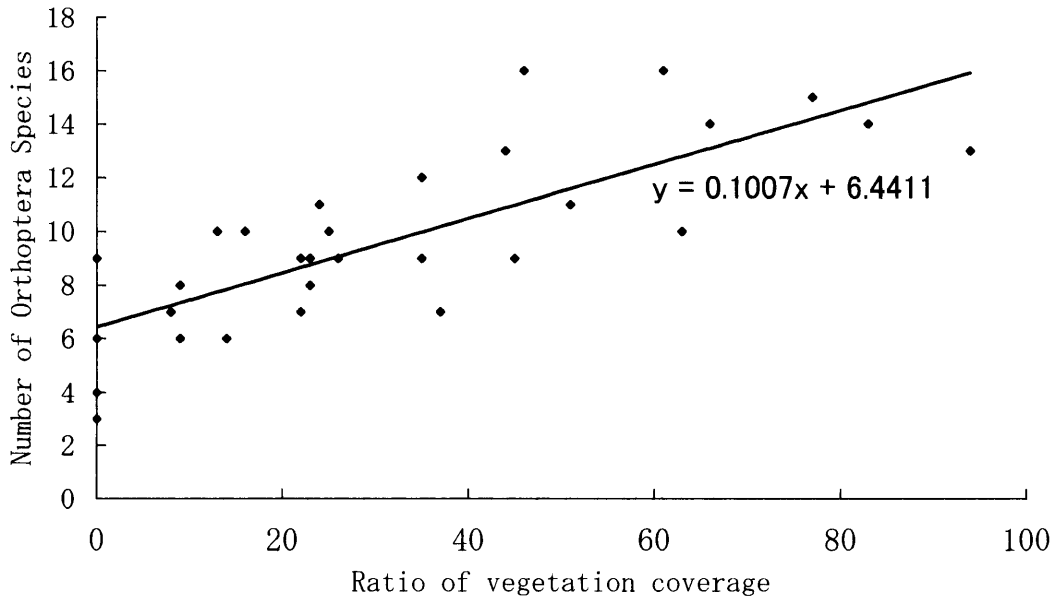


Fig. 2 Correlation between the Number of Orthoptera Species and the Ratio of Vegetation Coverage

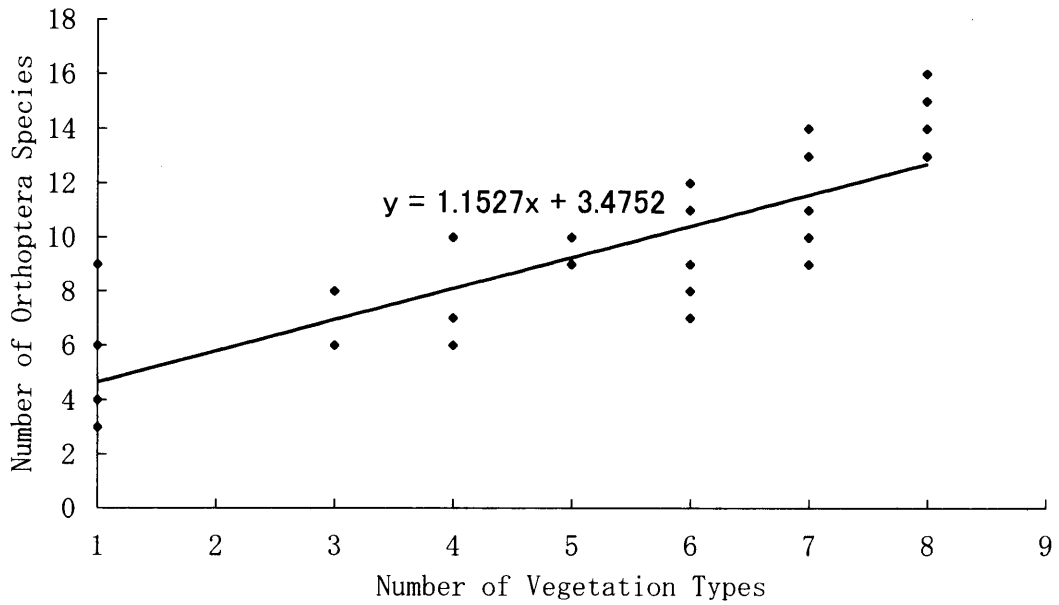


Fig. 3 Correlation between the Number of Orthoptera Species and the Number of Vegetation Types

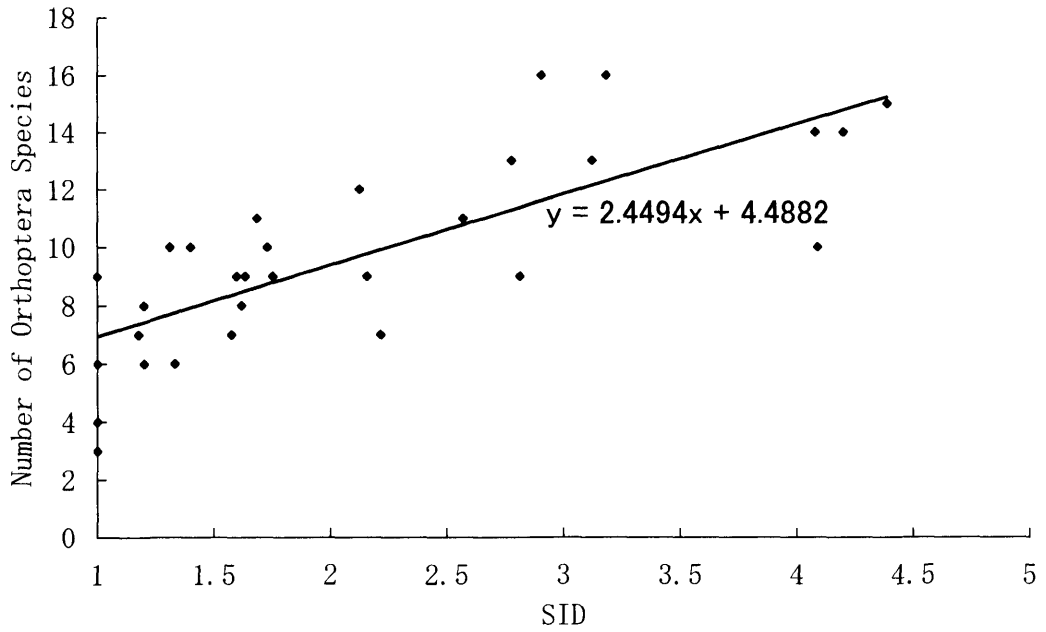


Fig. 4 Correlation between the Number of Orthoptera Species and SID

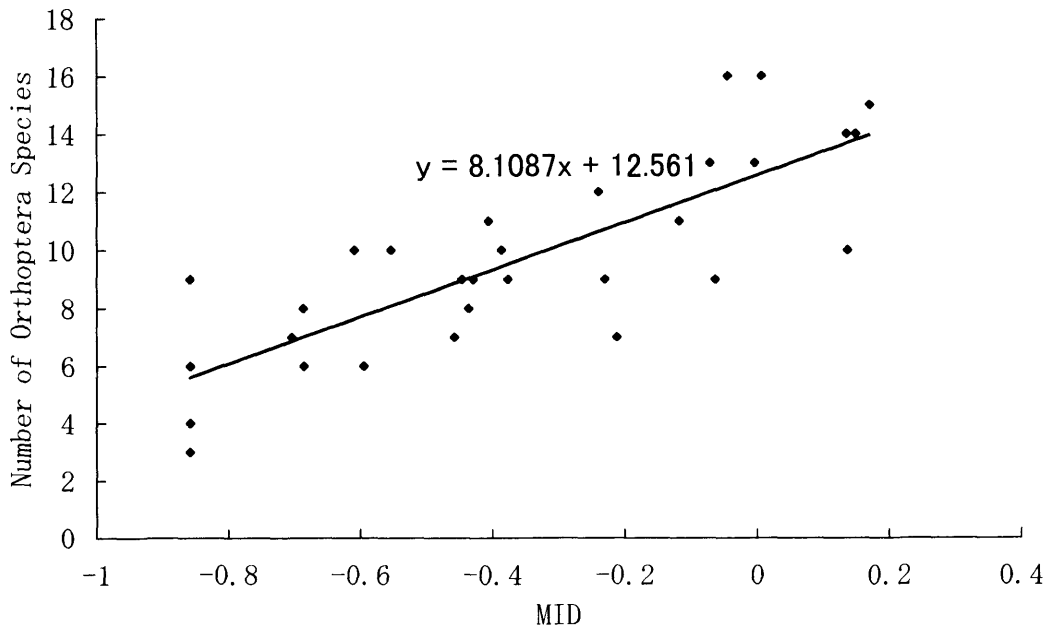


Fig. 5 Correlation between the Number of Orthoptera Species and MID

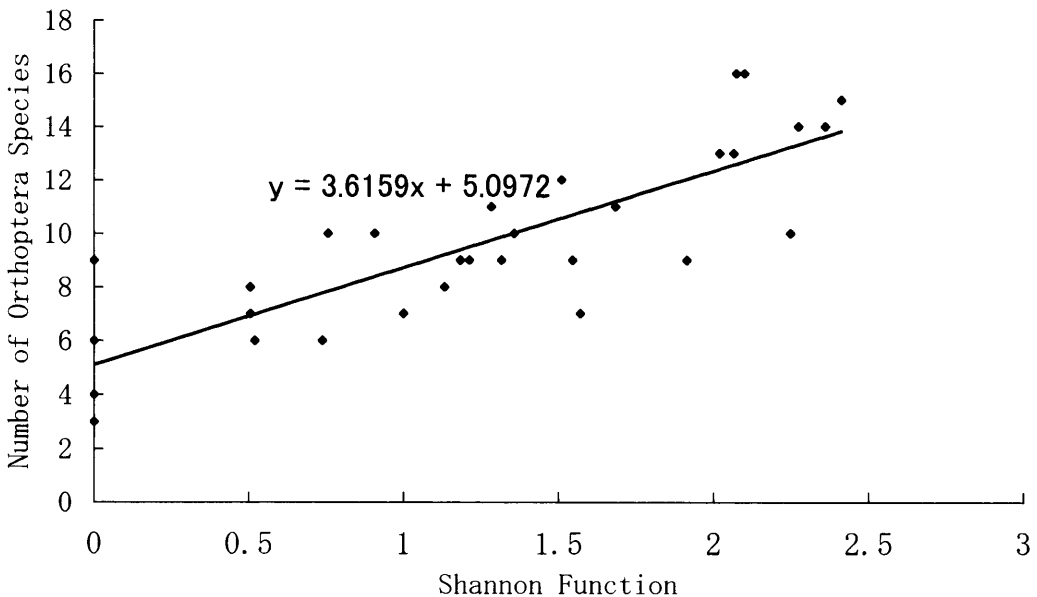


Fig. 6 Correlation between the Number of Orthoptera Species and Shannon Function

ン指数 (0.795) の順となる (Tab. 1)。すなわち今回の試行の範囲では、地域の景観特性から種多様性を推定する場合、ここで用いた各指数のうちシャノン関数が最も信頼性が高いと考えることができる。

6 : 考 察

緑被率以外の4つの指数はいずれも緑被地の多様度を示すものであるが (3.3節)、それらと直翅類の種数との相関係数は0.850 (シャノン関数), 0.832 (マッキントッシュ指数), 0.820 (緑地類型数), 0.795 (シンプソン指数) と、例外はあるものの緑被率 (0.808) より概して高い傾向にある。このことから、地域における直翅類の種数を推定するにあたっては、一般に緑被率よりも緑被地の多様度を手がかりにするほうがより精度の高い推定が可能であると考えられることができる。

また、緑被地の多様度を示す4つの指数のうち、緑地類型数以外の3つの指数は緑被地の類型ごとの構成比を問題とする似通った指数である。そのうち相関係数の値が目立って高かったのはシャノン関数であるが、マッキントッシュ指数、シンプソン指数の相関係数の値は緑地類型数のそれと前後していることから、以下のように考えることも可能であろう。すなわち、地域における緑被地の多様度から直翅類の種数を推定しようとする場合、域内に存在する緑地類型の数をいれればよく、必ずしもその構成比までを問題とする必要はないと考えることもできる。シャノン関数のような多様度指数はその算出に若干の手順を必要とするが、緑地類型数については単に域内に見られる緑地類型をカウントすればよく、様々な場面で容易に利用するこ

とが可能であるというメリットが考えられる。

また、調査区の大きさについてであるが、本研究においては1km×1kmの方形区とした。これは、類似の研究事例では同様の調査区がよく用いられていること、および、鶴見川流域の大きさとの関係で、調査区をその程度の大きさに設定することが妥当（調査区が大き過ぎれば精密さに欠け、小さ過ぎればデータ処理が極めて煩雑になる）と思われたからである。しかし、調査区のサイズを変化させた場合、今回導かれた結果が変わってくる可能性もある。土地利用の多様度の時間的変遷に関する研究においては、分析の単位としてのメッシュの妥当なサイズに関する分析が行われているが（Kubo, S. (1983) 等）、本事例のようなケースではどのように考えられるかについては、地理学など関連する諸分野の研究成果を踏まえながら、今後鋭意検討していきたいと考えている。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり、慶応義塾大学生物学教室の岸由二教授には最初から最後まで懇切なご指導を頂きました。この場を借りて心よりお礼を申し上げます。

参考文献

- 一ノ瀬友博・加藤和弘（1993）都市及び農村地域における鳥類の分布と土地利用の関係について。造園雑誌56（5），349-354.
- 木元新作・武田博清（1989）「群集生態学入門」。共立出版。pp123-129.
- 西村正賢・浜口哲一（1989）神奈川県産直翅目目録。平塚市博物館研究報告「自然と文化」No. 12, 69-90.
- 浜口哲一（1994）平塚市における夜鳴く虫の出現季節と環境選好。神奈川自然誌資料，15号，1-10.
- 藤巻裕蔵（1981）北海道十勝地方の鳥類，3帯広市における植被と鳥類の関係。山階鳥類研究所研究報告，13号，196-206.
- Arrhenius, O. (1921) Species and area. *J. Ecol.*, **19**, 95-99.
- Kubo, S (1983) Changing Process of Land Use and Evaluating its Mixture—A Case Study in Tokyo Suburban Fringe—. *Bul. Dept. Geog. Univ. Tokyo* No. 15, 93-124.
- McIntosh, R. P. (1967) An index of diversity and relation of certain concepts to diversity. *Ecol.*, **48**, 392-404.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949) *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. Illinois Pr.
- Simpson, E. H. (1949) Measurement of diversity. *Nature*, **163**, 688.
- Williams, C. B. (1943) Area and number of species. *Nature*, **152**, 246-267.