

第5章 植物群落の変化速度

5. 1 本章の目的

第4章の検討において、洪水に対する植生の応答（システム）がある程度定量的に把握できるようになり、樹林化のプロセスにおいて重要な役割を果たす植種も明らかになった。しかし、図2-1-1に示したシステムに基づいて、植生動態を空間的・時系列的に予測できる実用的なモデルを作成するには、植生の遷移状況や地形変化に応じた群落範囲の時間変化を定量的に予測する手法の開発が課題として残っている。すなわち、植生の変化速度（本論では、植物群落の範囲が拡大または縮小する速度を変化速度と呼ぶ）が定量的に評価できれば、第4章で得られた結果と既往の流況や河床変動に関する研究成果（2次元河床変動計算など）と組み合わせることにより、図2-1-1に示したシステムを客観的に定量化して評価できる実用的モデルの開発に一步近づくものと考えられる。

植生の変化速度を調べた既往事例として、近畿・中国・四国地方の河川を対象に、航空写真から植生を判読し変化速度を分析した土木研究所の研究²²⁾が挙げられる。この研究では、写真判読の精度に問題があるものの、変化速度の概略値が示されている。しかし、ある群落の範囲の変化は、周囲の群落へ侵入して得た拡大面積とその逆に失った縮小面積の差として表れることを考慮すると、周囲にどのような群落があったかということに影響されると考えられる。そこで本研究では、その影響についても調べるために隣り合う群落種ごとに分けて群落面積の時間変化を測定して、その結果を植物群落の拡大・縮小速度としてとりまとめることとした。

なお本研究は、群落面積が変化していく速度の概略値を明らかにすることに重点を置いている。そのためこれらの速度について、地域的な気候、土質、降水量、栄養塩を始めとする物質収支、種子の供給量などの影響といった植物生態学的観点から分析を加えるに至っていない。速度という指標で植物群落の特徴を表す場合、上記の観点も踏まえて、各河川でこの指標がどの程度の値を取るか明らかにすることは重要な課題であり、システムをより深く理解するためにも今後検討を進める必要があると考えている。

5. 2 植物群落状況の概要

3. 4節に調査方法を述べた、多摩川および千曲川の植生マップ調査の結果を図5-2-1および図5-2-2に示す。植生マップ調査の調査期間は2000年～2001年の2カ年である。両河川とも1999年8月に大きな洪水が発生し、植物群落が破壊されていることから、植生図は洪水後の植物群落の新規形成および遷移状況を表している。ただし多摩川は、2001年9月に大きな洪水に見舞われ、植生の大半が流失していることから、2001年度2回目調査では、同一地点における調査ができなかった。

以下に、4. 2節で選定した優占種植生と調査対象地区を代表する木本植生（ヤナギ・ハリエンジュなど）を対象に、各調査地区における群落範囲の経年変化についての概要を述べる。

(1) 多摩川

① 永田橋地区

H12年1回目調査では、水際はほとんどが裸地である。水際から離れた場所には、洪水後も流失されずに残ったと推測されるツルヨシ・ススキ・オギ・ハリエンジュなどが群落を形成していた。

その後2回目調査では、水際の裸地にツルヨシ・オオイヌタデなどが侵入し群落を形成していた。また、水際から離れた場所では、ツルヨシが水際方向に向かって群落範囲を拡大し、ヒメムカシヨモギがオオアレチノギクに侵入して新規に群落を形成していた。翌年の1回目調査では、ヒメムカシヨモギ・ツルヨシ・オオイヌタデが残っていた裸地に侵入して群落範囲をさらに拡大していた。その後2回目調査では、河原の植生の大部分が洪水によって流失してしまった。

②羽村橋地区

H12年1回目調査では、水際は上流側の一部でオオイヌタデが群落を形成している以外、大半が裸地であった。水際から離れた場所では、ツルヨシ・ススキ・チガヤ・ハリエンジュなどが洪水による流失を免れて群落を形成していた。その後2回目調査では、水際の裸地に、ツルヨシ・オオイヌタデ・ヒメムカシヨモギ・ヤナギなどが侵入して混生しながら群落を形成していた。また、水際から離れた場所ではチガヤが群落範囲を拡大していた。翌年のH13年1回目調査では、水際で混生していた植生群落の中で、ツルヨシ・ヤナギが優占して群落を形成し始めた。その後、永田橋と同様に、河原に繁茂していた植生は洪水によって流失してしまった。

(2)千曲川

①屋島橋地区

H12年1回目調査では、水際にオオイヌタデが、水際から離れた場所にヤナギが小さな群落を形成しているが、それ以外の大部分の場所が裸地であった。その後2回目調査では、オオイヌタデが残っていた裸地に侵入して群落範囲を拡大していた。翌年の1回目調査では、ヒメムカシヨモギが水際のオオイヌタデに侵入して新規に群落を形成していた。その後2回目調査では、ヒメムカシヨモギ群落は裸地化されて、その場所の一部にオオイヌタデが再侵入して群落範囲を拡大していた。また水際より離れた場所では、ヤナギが水際方向に向かって群落範囲を拡大していた。

②冠着橋地区

H12年1回目調査では、水際にはオオイヌタデが、水際から離れた場所にはヤナギ・クワモドキ・ヒメムカシヨモギが群落を形成していた。その後2回目調査においても、クワモドキがオオイヌタデに遷移している以外に大きな変化がなかった。翌年のH13年1回目調査では、残っていた裸地にヒメムカシヨモギが侵入して新規に群落を形成していた。また水際より離れた場所では、シロバナシナガワハギ・ヤナギが群落範囲を拡大していた。その後2回目調査では、ヒメムカシヨモギ群落の大半が裸地化し、ツルヨシがシロバナシナガワハギに侵入して群落範囲を拡大していた。

③鼠橋下流地区

H12年1回目調査では、水際にオオイヌタデが、水際から離れた場所にヤナギが小さな群落を形成しているが、それ以外の大部分の場所が裸地であった。その後2回目調査では、水際に形成していたオオイヌタデ群落は裸地化され、水際から離れた場所にオオイヌタデが新規に群落を形成していた。翌年の1回目調査では、陸地側ではシロバナシナガワハギがオオイヌタデに侵入して群落を形成し、水際にはヒメムカシヨモギが裸地に侵入して群落を形成していた。その後2回目調査では、

水際が再び裸地化していた。水際より離れた場所では、オニウシノケグサがシロバナシナガワハギに侵入して群落範囲を拡大していた。また、この地区のヤナギ群落の範囲には大きな変化が見られなかった。

④鼠橋上流地区

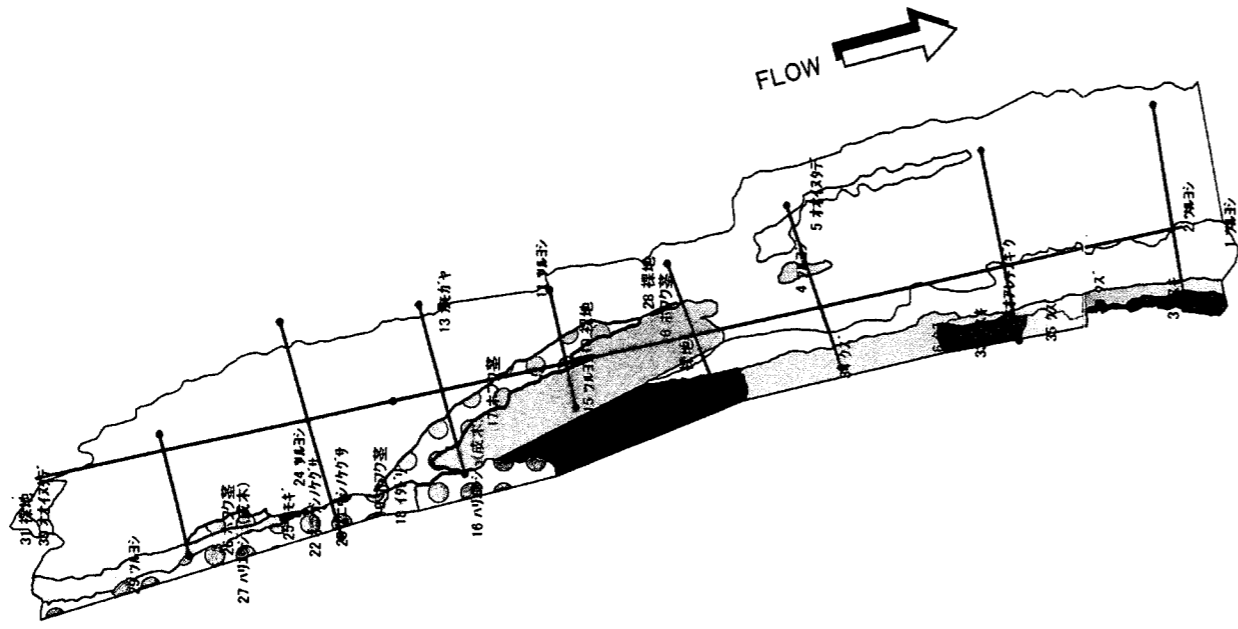
H12年1回目調査では、水際から離れた砂州の中央部でハリエンジュが群落を形成し、その周辺にツルヨシ・カワラヨモギ・カゼクサなどの草本類が小さな群落を形成していた。同年の2回目調査では、ハリエンジュが右岸側に向かって群落範囲を拡大していた。また草本類の中では、ツルヨシやクサヨシが群落範囲を拡大していた。翌年の1回目調査では、ハリエンジュ群落の範囲に大きな変化が見られなかったが、ツルヨシ群落が範囲を拡大していた。同年2回目調査では、砂州上流部に群落を形成していたオニウシノケグサやオギが、ヤナギ群落に遷移していた。また、砂州中央部に形成していたハリエンジュ群落は、ツルヨシやクサヨシとの間で競争していたが、群落範囲に大きな変化が見られなかった。

⑤上田橋地区

H12年1回目調査では、左右岸とも水際にオオイヌタデが群落を形成し、それより少し離れた場所には左岸側でヌスビトハギ、右岸側でオニウシノケグサ・カゼクサが群落を形成していた。さらに水際より離れた場所ではハリエンジュやヤナギが群落を形成していた。同年の2回目調査では、左岸側のオオイヌタデ群落が陸地側に向かって範囲を拡大させていた。右岸側は、カゼクサに替わりヒメムカシヨモギが、裸地にオオイヌタデ・ヒメムカシヨモギが混生しながら群落を形成していた。翌年1回目調査では、左岸側の水際より離れた場所でシロバナシナガワハギが群落範囲を拡大し、オオイヌタデに替わりヒメムカシヨモギ・オオアレチノギクが混生しながら群落を形成していた。右岸側では、シナダレスズメガヤがシロバナシナガワハギと混生しながら群落を形成していた。また、水際より離れた場所に形成していたハリエンジュ群落が水際方向に拡大していた。同年2回目調査では、混生群落の中から左岸側ではヒメムカシヨモギ、右岸側ではシナダレスズメガヤが優占種となって群落範囲を拡大していた。

以上の各調査地区の植生変化を整理すると、以下のことが言える。まず水際付近にはオオイヌタデ・ヒメムカシヨモギなどが群落を形成する。その群落の陸域側（比高大）には、裸地を挟んで少し離れた場所にツルヨシ・オニウシノケグサなどの密に繁茂する植生が群落を形成する。さらに陸域側にはハリエンジュなどの木本類が群落を形成することが多いようである。その後、水際の群落と密に繁茂する群落は、それらの間に挟まれた裸地に向かって形成範囲を拡大していく。そして両群落が出会うところで、密に繁茂する群落が水際の群落に侵入して形成範囲を拡大する。また、木本群落は密に繁茂する群落に侵入することで、形成範囲を拡大していく。以上は、図 2-1-1 に示した群落の変化プロセスを面的な変化として表現したものに相当する。

① 永田橋地区 (H12年-1回目調査)



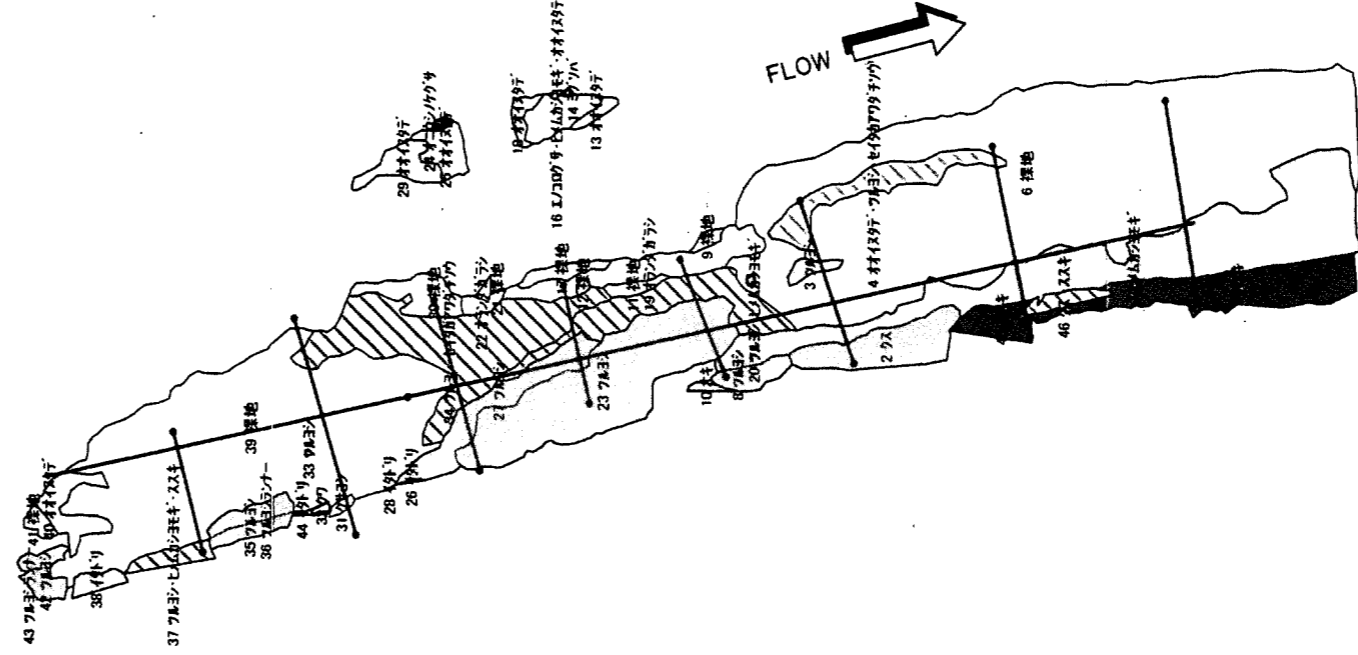
S=1:1,500
0 10 20 40 60 80 100
メートル

(植生凡例)

- 材木ダケ群落
- 杉群落
- オニグサ/クサ群落
- イナリ群落
- イノコ/サ群落
- 材ノミ/サ群落
- クサ群落
- オランダノミ群落
- クサ群落
- ススキ群落
- ササ群落
- ツル群落
- ネズミ群落
- ヒメジョオン群落
- マユノハ群落
- アサギ群落
- ツバキ群落
- ヤナギ群落
- ハシロ群落
- 裸地
- その他(植生)

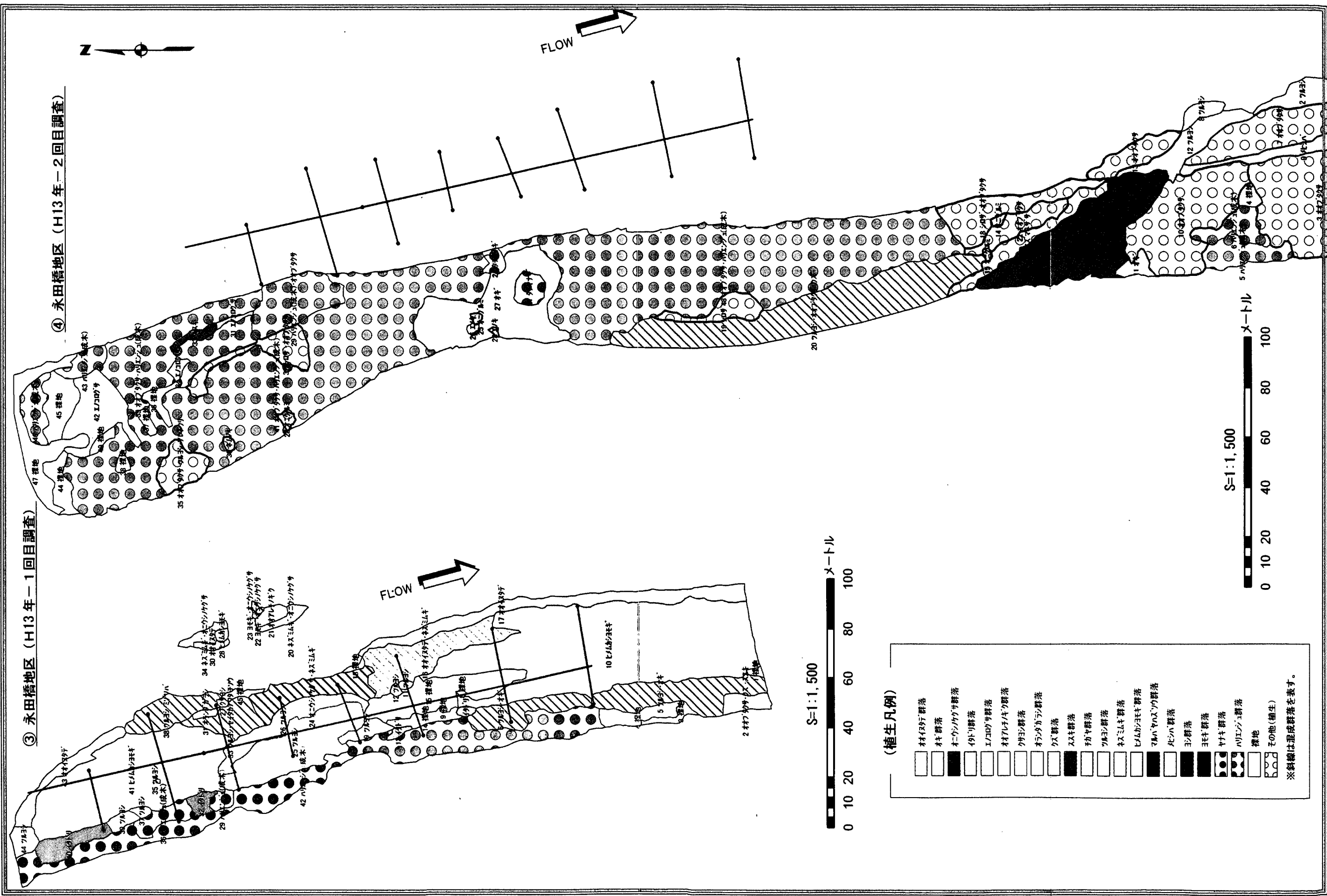
※斜線は混成群落を表す。

② 永田橋地区 (H12年-2回目調査)



S=1:1,500
0 10 20 40 60 80 100
メートル

図 5-2-1(1) 植生図 (多摩川その 1)



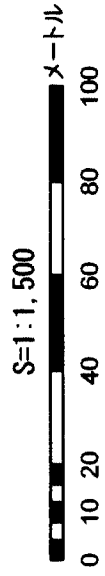
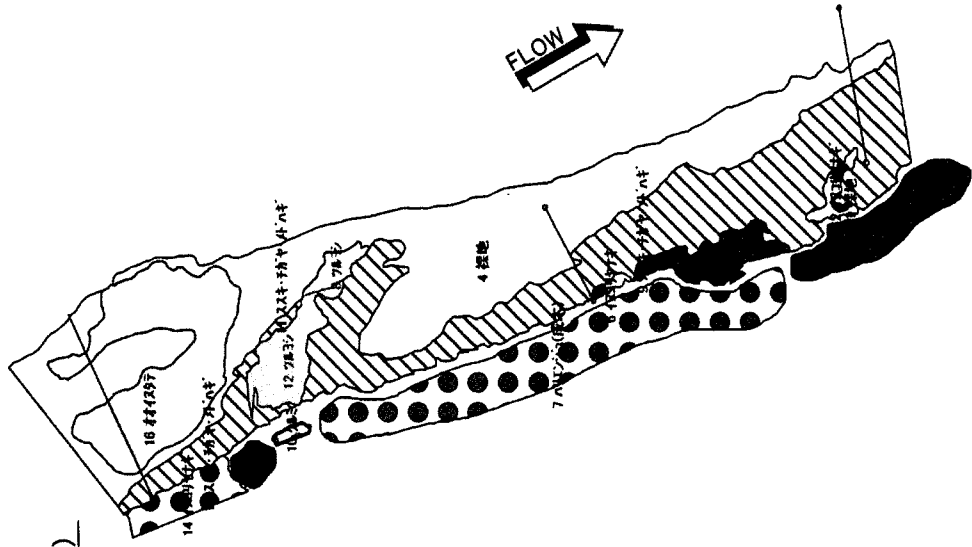
(植生凡例)

- 材刈草干群落
- 杉群落
- オニクシノコ群落
- イナリ群落
- エゾウコ群落
- 材刈ノコ群落
- クサヨシ群落
- オランダカラシ群落
- クズ群落
- ススキ群落
- ササ群落
- ツルヨシ群落
- ネズミキ群落
- ヒメジョオン群落
- アハハ群落
- アハハ群落
- ササ群落
- ヤチ群落
- ハハ群落
- 裸地
- その他(植生)

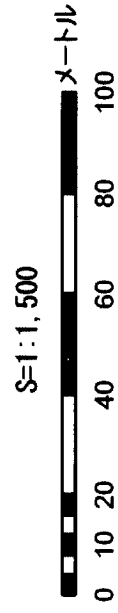
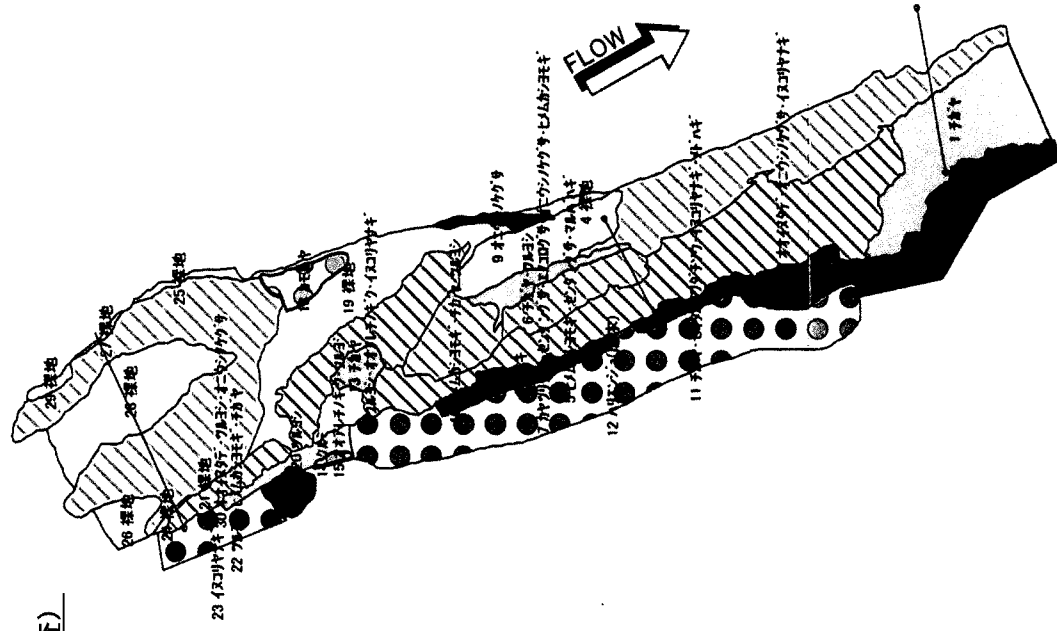
※斜線は混成群落を表す。

図 5-2-1(2) 植生図 (多摩川その2)

① 羽村大橋地区 (H12年-1回目調査)



② 羽村大橋地区 (H12年-2回目調査)



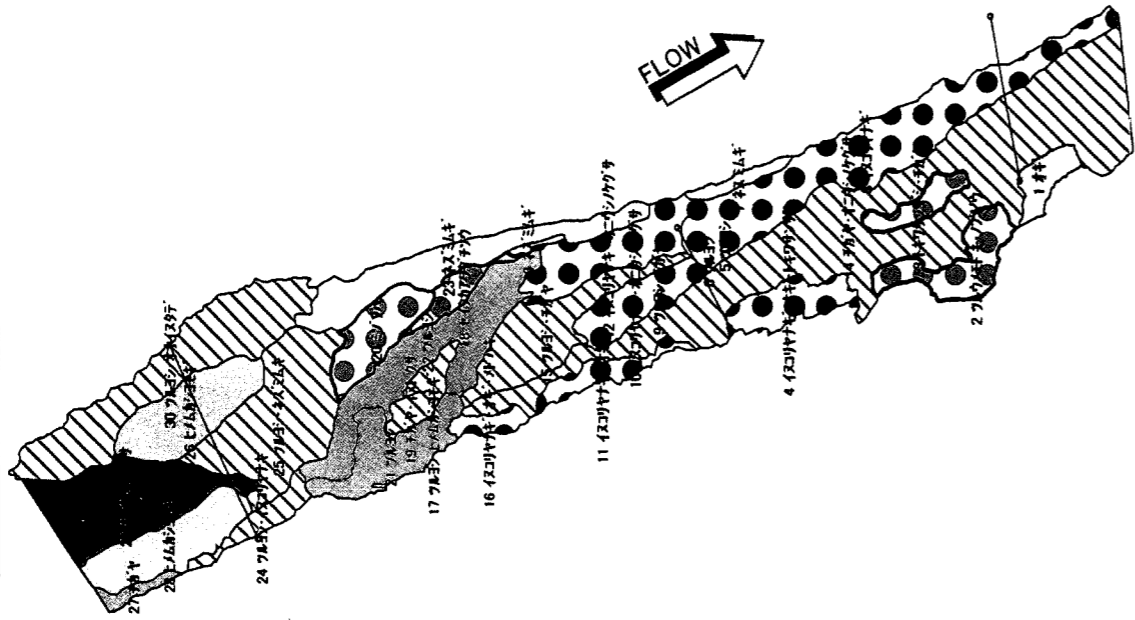
(植生凡例)

- 材イヌナギ群落
- 材ナギ群落
- オニクシノクサ群落
- ▨ 外ノリ群落
- エノコナギ群落
- 材ノリナギ群落
- 竹ヨシ群落
- オノノカガリ群落
- クス群落
- ススキ群落
- カヤ群落
- アルヨシ群落
- ススキ群落
- ヒメジョオン群落
- ヌルハヤハスノ群落
- ナンバ群落
- シ群落
- ヨモギ群落
- ヤナギ群落
- ハリエンゴ群落
- 裸地
- その他(植生)

※斜線は混成群落を表す。

図 5-2-1(3) 植生図 (多摩川その3)

③ 羽村大橋地区 (H13年-1回目調査)

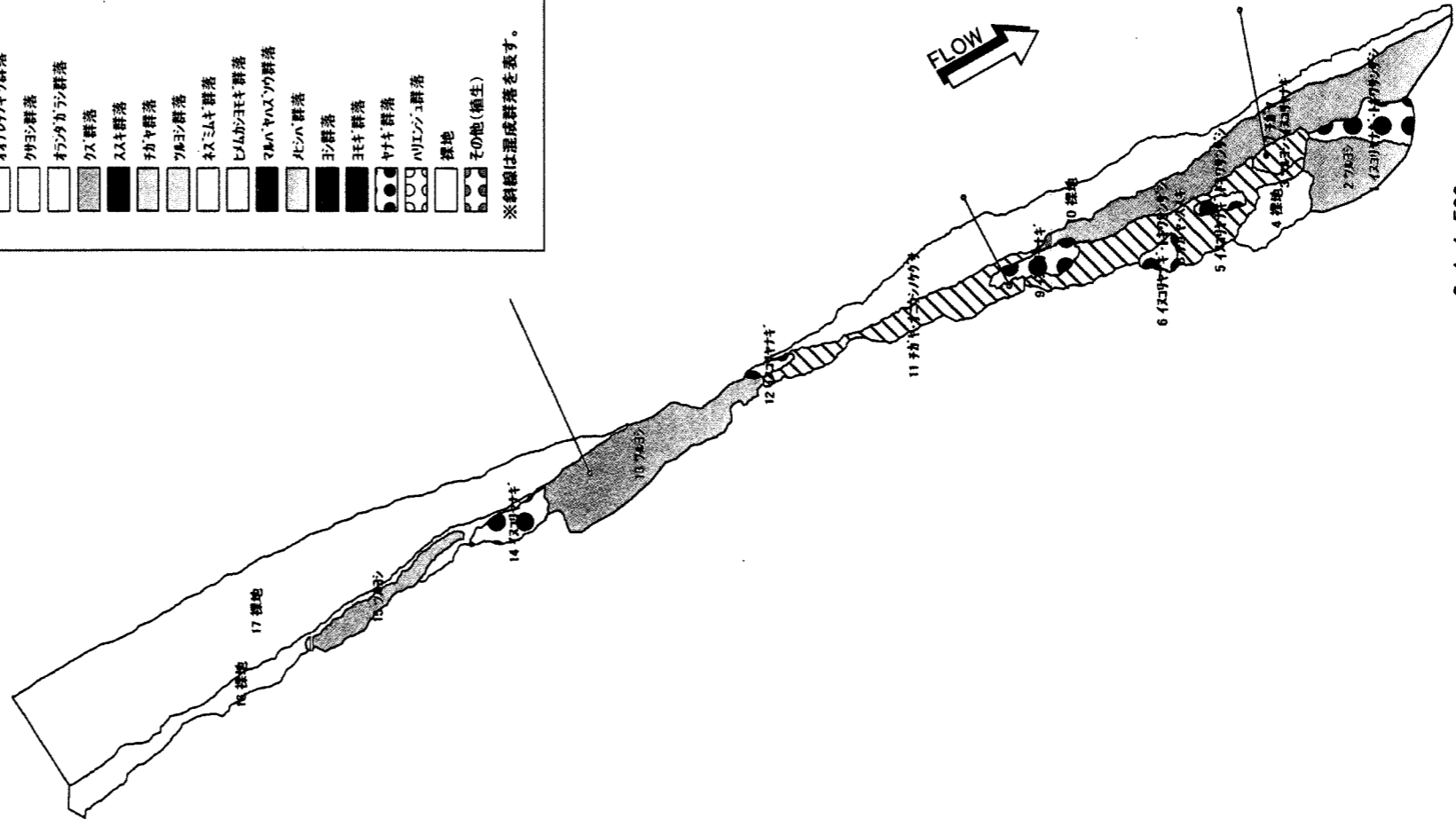


(植生凡例)

- | | |
|-----------|----------|
| [Pattern] | オオバコ群落 |
| [Pattern] | オキ群落 |
| [Pattern] | オウゴンノミ群落 |
| [Pattern] | イタドリ群落 |
| [Pattern] | エノコノミ群落 |
| [Pattern] | オノノミ群落 |
| [Pattern] | カヨシ群落 |
| [Pattern] | オランカヨシ群落 |
| [Pattern] | ウス群落 |
| [Pattern] | スミ群落 |
| [Pattern] | チガヤ群落 |
| [Pattern] | フユシ群落 |
| [Pattern] | ホトミヤ群落 |
| [Pattern] | ヒメカサ群落 |
| [Pattern] | マメノミ群落 |
| [Pattern] | ヘンノミ群落 |
| [Pattern] | シ群落 |
| [Pattern] | ミヤ群落 |
| [Pattern] | ヤチ群落 |
| [Pattern] | ハシ群落 |
| [Pattern] | 裸地 |
| [Pattern] | その他(雑生) |

※斜線は混成群落を表す。

④ 羽村大橋地区 (H13年-2回目調査)

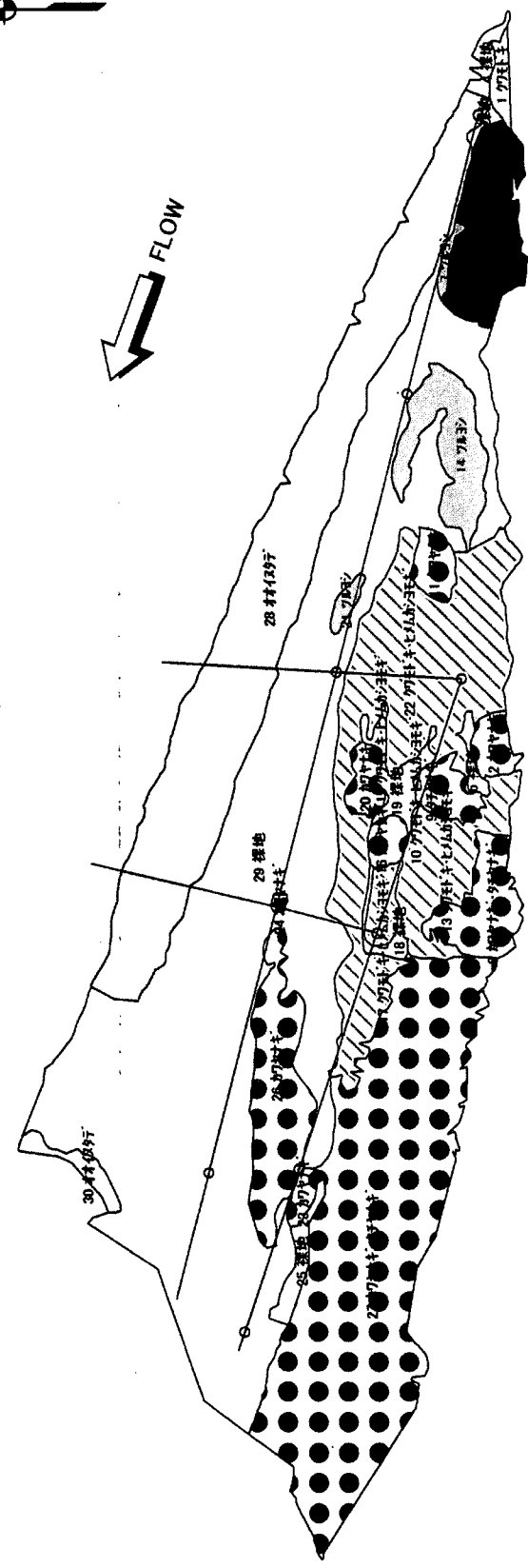


S=1:1,500

0 10 20 40 60 80 100
メートル

図 5-2-1(4) 植生図 (多摩川その4)

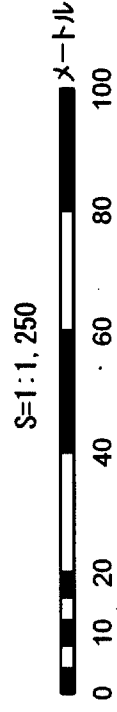
① 冠着橋地区 (H12年-1回目調査)



(植生凡例)

□	オオバコ群落
□	オキ群落
■	オニウツリ群落
▨	カキ群落
□	カマキリ群落
□	カワモミ群落
□	クサ群落
□	クワ群落
▨	シラカシ群落
■	シロツグ群落
▨	シロハシ群落
▨	ツル群落
□	スズナ群落
□	ヒメカキ群落
■	マツ群落
■	オシ群落
■	クサ群落
●	ヤブ群落
○	ハクシ群落
□	裸地
○	その他(樹生)

※斜線は混成群落を表す。



② 冠着橋地区 (H12年-2回目調査)

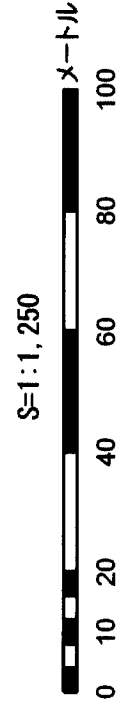
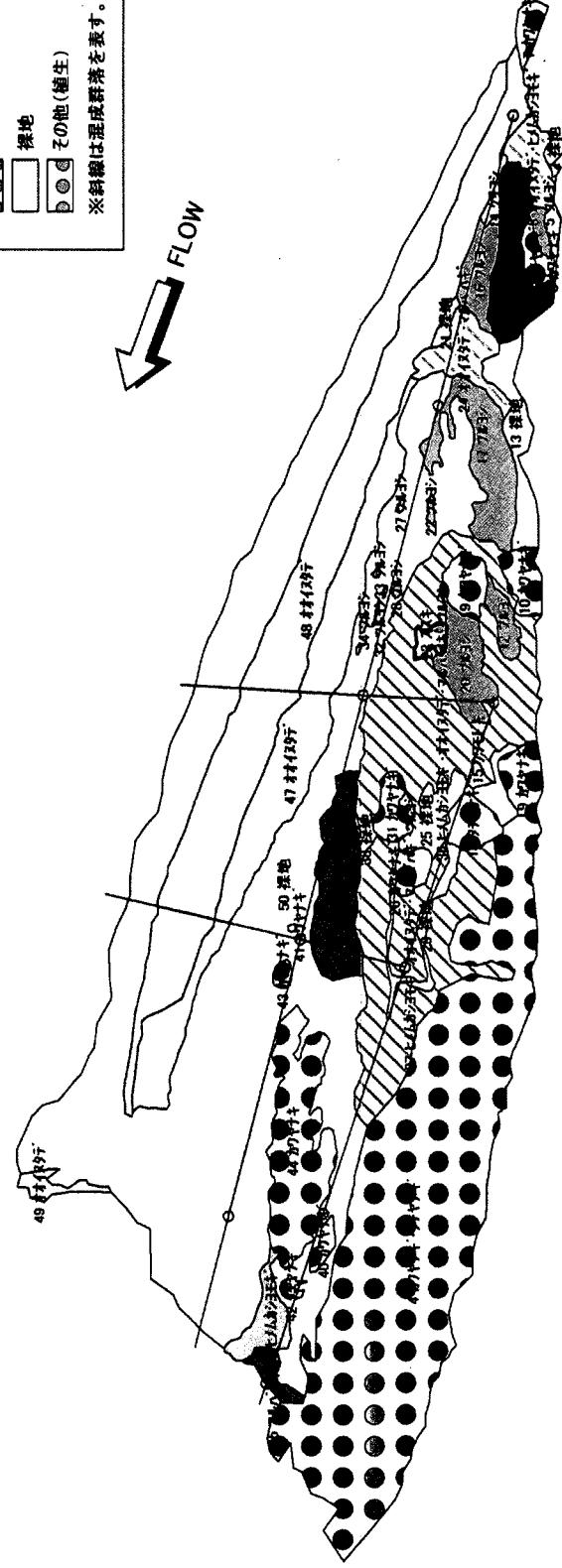
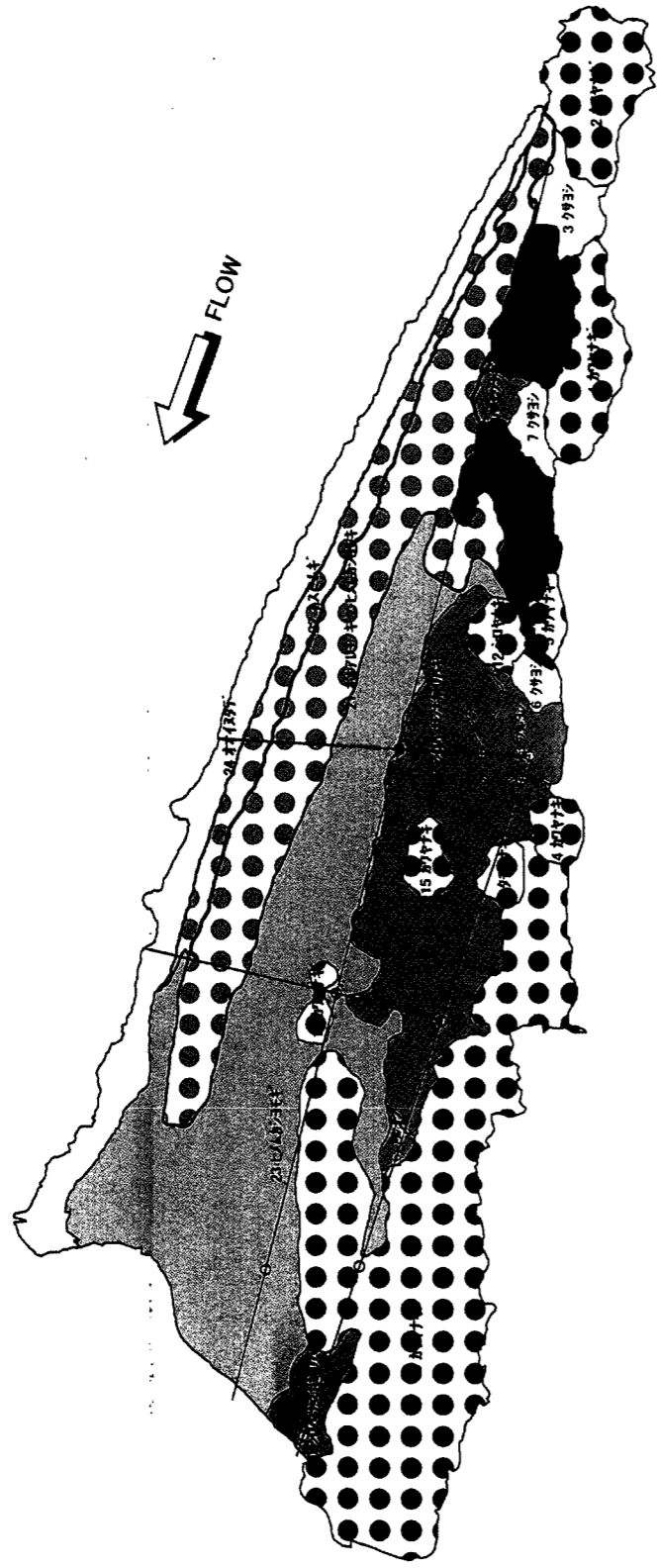


図 5-2-2(3) 植生図 (千曲川その3)

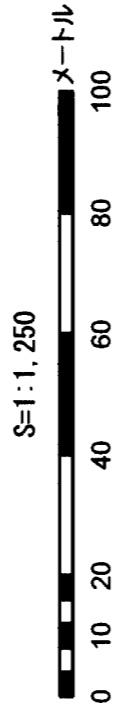
③ 冠着橋地区 (H13年-1回目調査)



(植生凡例)

オオイタドリ群落
オキ群落
オニクシノガサ群落
カキ群落
カモガヤ群落
カワヨモギ群落
クサヨシ群落
クモトキ群落
シタタレスズカヤ群落
シロガヤ群落
シロハナシノガサ群落
ツルヨシ群落
スズトハキ群落
ヒメカシノキ群落
スルハハキ群落
オハキ群落
クシノハ群落
マツヨクイガヤ群落
ササ群落
ヨモギ群落
ヤナギ群落
ハジエシノ群落
裸地
その他(雑生)

※斜線は混成群落を表す。



④ 冠着橋地区 (H13年-2回目調査)

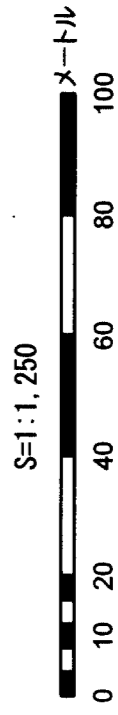
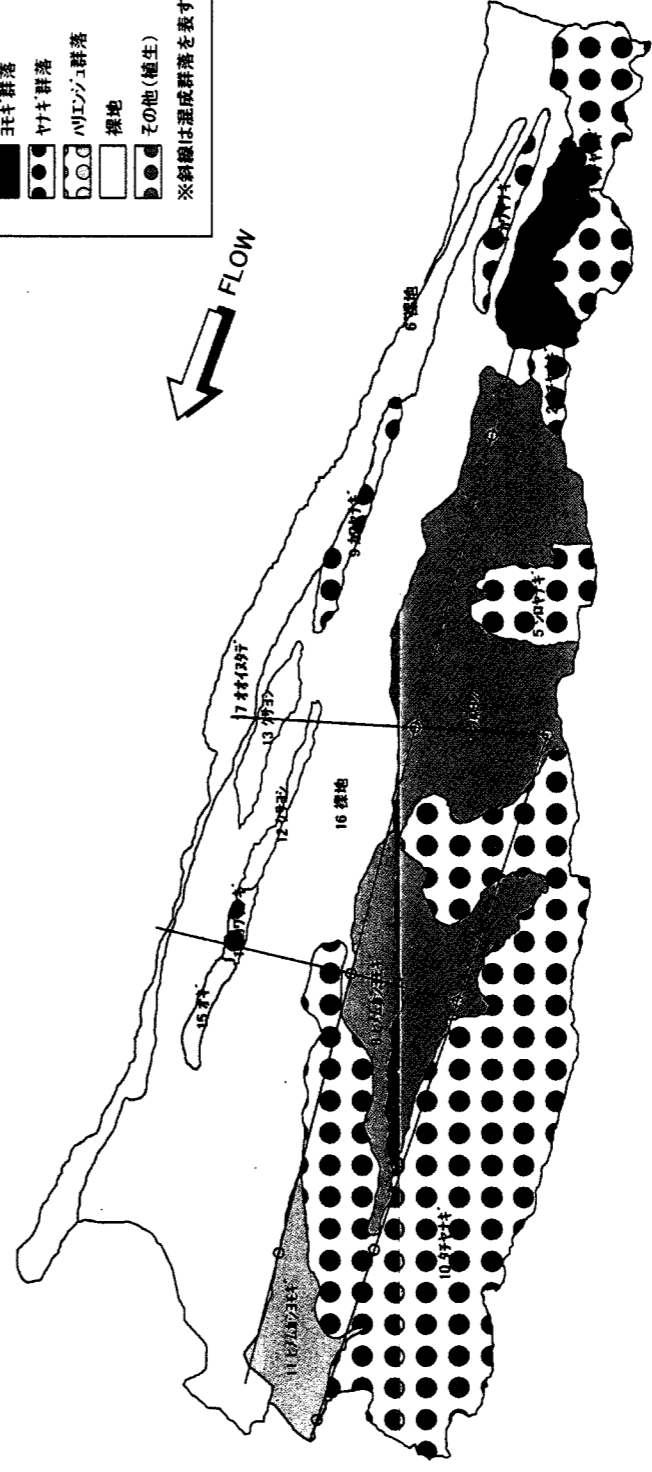
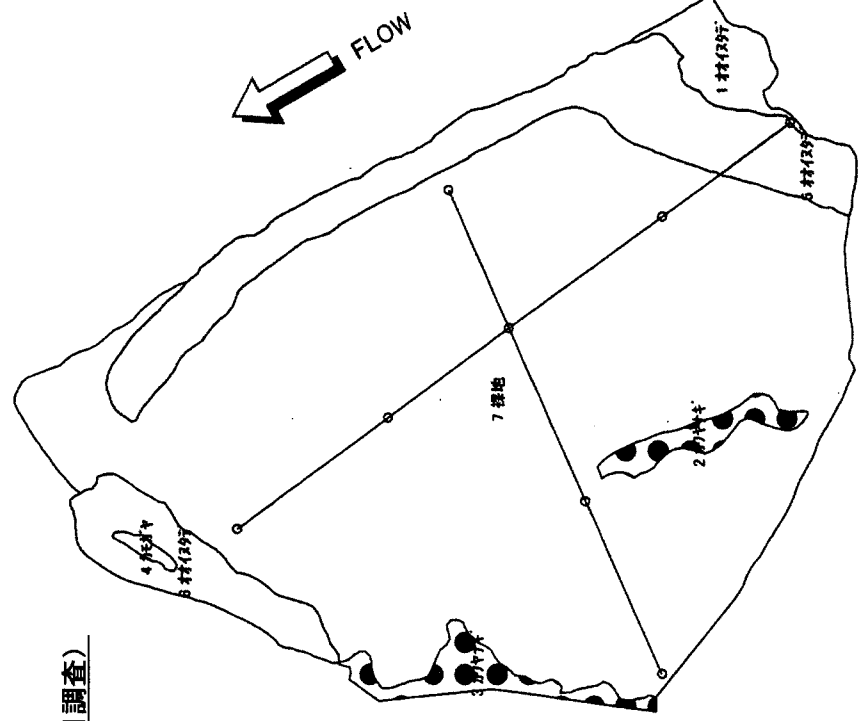


図 5-2-2(4) 植生図 (千曲川その4)

① 鼠橋下流地区 (H12年-1回目調査)



(植生凡例)

□	オシロイ群落
□	林群落
■	オニクシ群落
□	カシ群落
□	カワヨシ群落
□	クワヤシ群落
□	クワヤシ群落
□	シタラシス群落
■	シロ群落
■	シロナシ群落
■	クモシ群落
□	スズク群落
□	ヒメコ群落
■	マハ群落
■	ササ群落
■	ヨシ群落
■	ヤシ群落
□	ハシ群落
□	裸地
□	その他(雑生)

※斜線は混成群落を表す。

② 鼠橋下流地区 (H12年-2回目調査)

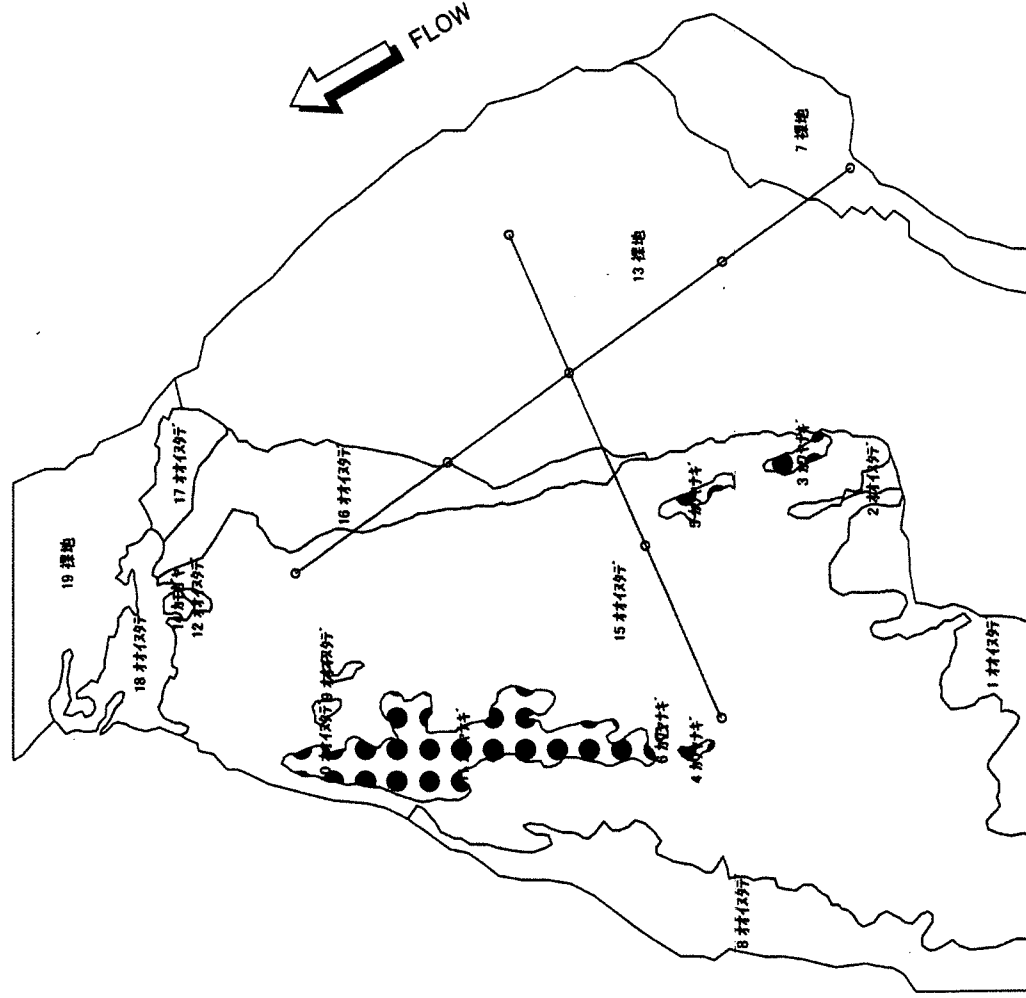
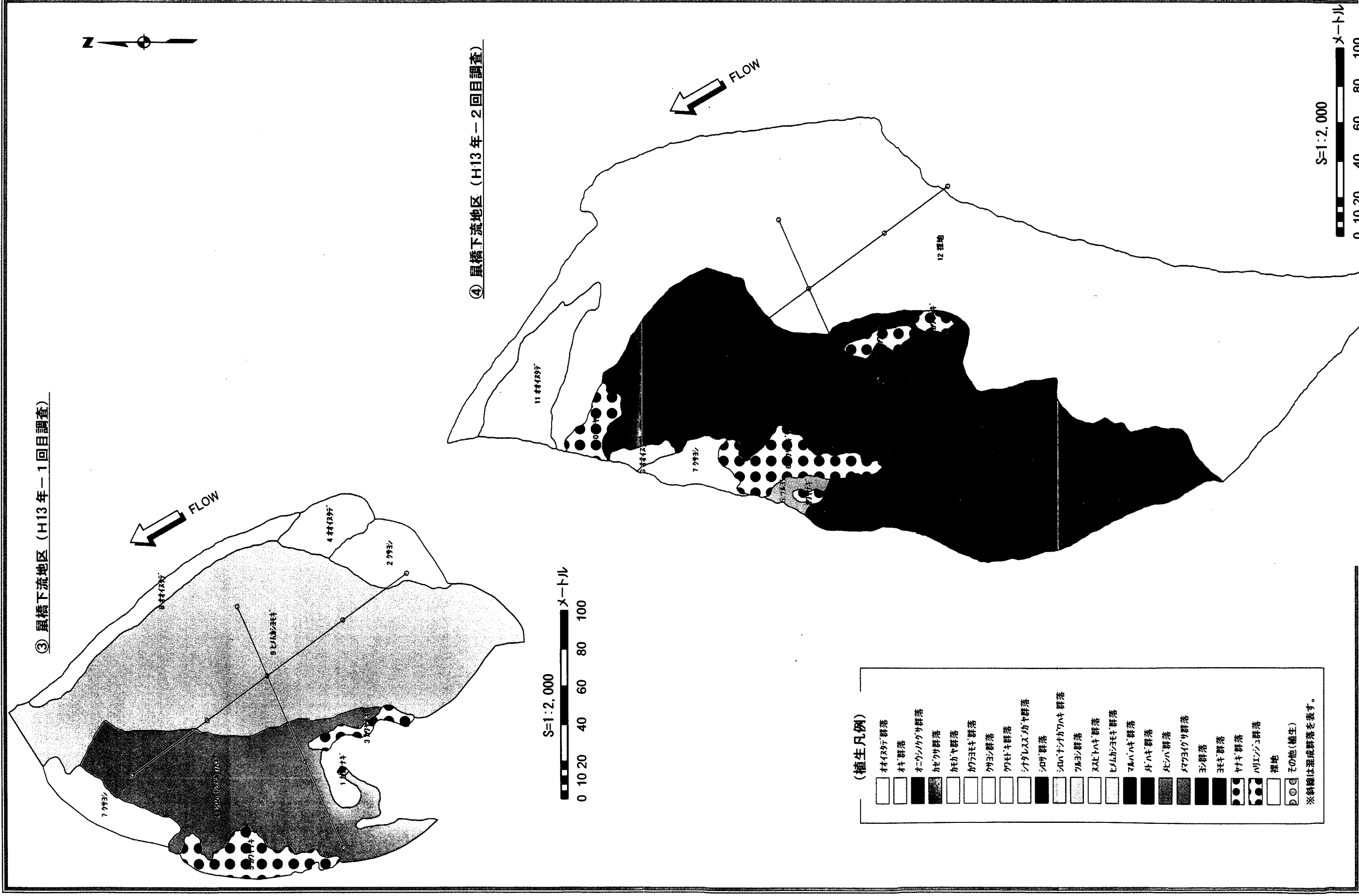


図 5-2-2(6) 植生図 (千曲川その5)



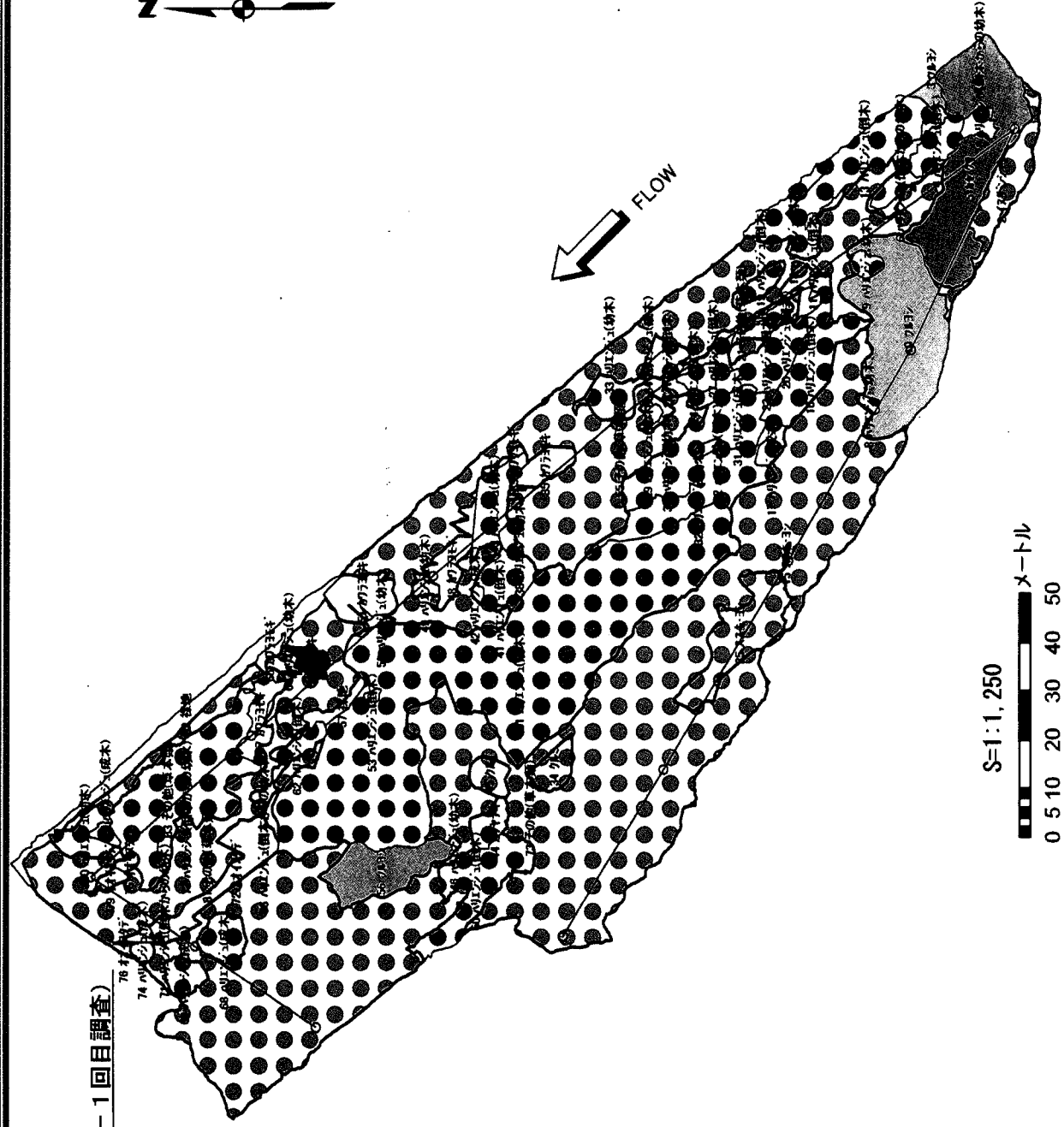
③ 鼠橋下流地区 (H13年-1回目調査)

④ 鼠橋下流地区 (H13年-2回目調査)

- (植生凡例)
- オオイヌギヤ群落
 - オキ群落
 - オニウシカク群落
 - カベク群落
 - カカヤ群落
 - カドヨモギ群落
 - クサシ群落
 - クサキ群落
 - シガラシカク群落
 - シロヤ群落
 - シロハシカク群落
 - ツバキ群落
 - スズナ群落
 - ヒメカヨモギ群落
 - アハキ群落
 - オハキ群落
 - 北シハ群落
 - マツヨク群落
 - ヨシ群落
 - ヨモギ群落
 - ヤナギ群落
 - ハシヅメ群落
 - 裸地
 - その他(植生)
- ※斜線は遷成群落を表す。

図 5-2-2(6) 植生図 (千曲川その6)

① 鼠橋上流地区 (H12年-1回目調査)

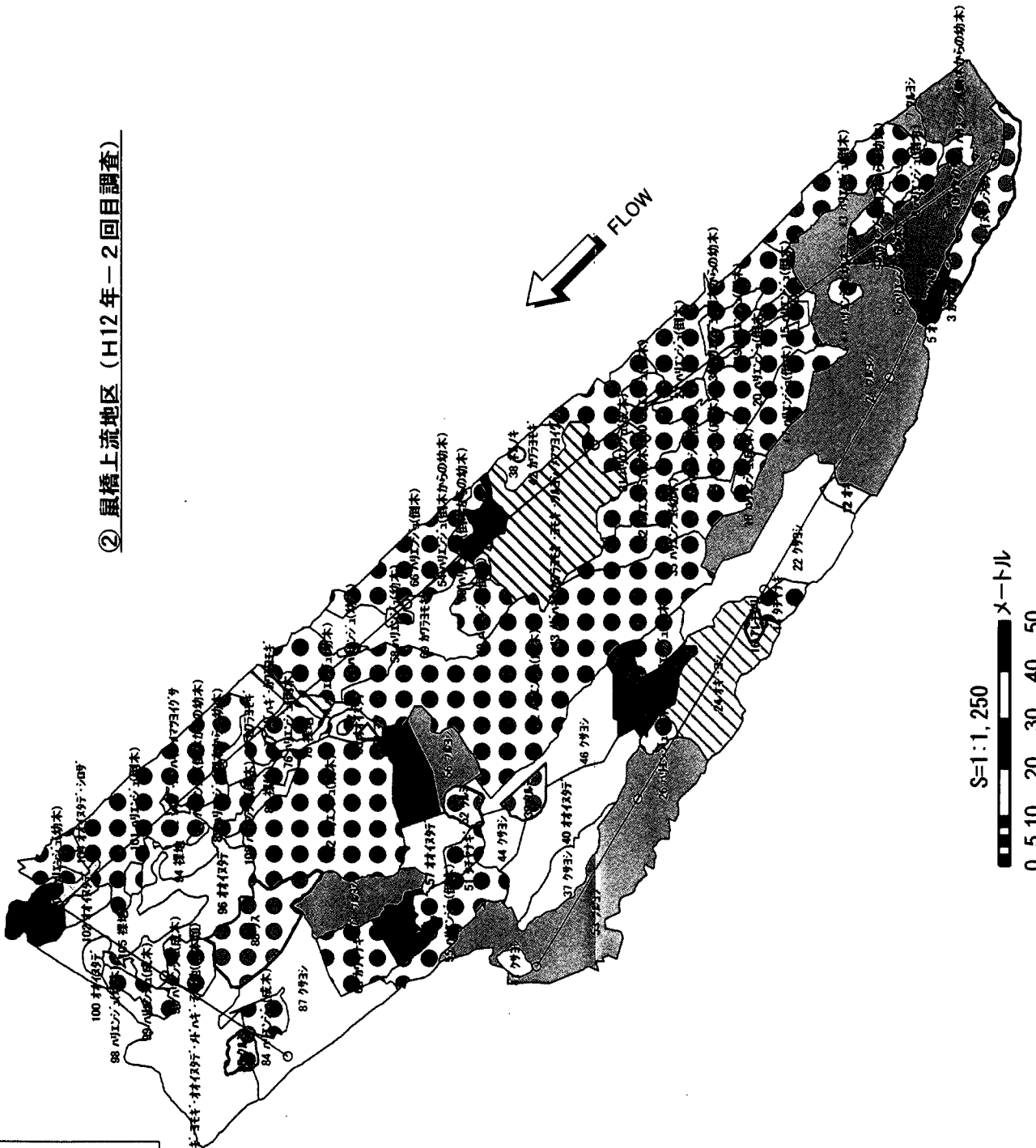


(植生凡例)

- オオイタダキ群落
 - ナギ群落
 - オニクシノクサ群落
 - 加ヒクサ群落
 - 加ガヤ群落
 - カワヨモギ群落
 - クサヨシ群落
 - 勿来キ群落
 - シナシススナ群落
 - シロサ群落
 - シロハナガクハキ群落
 - ヌルヨシ群落
 - スズヒキ群落
 - ヒメカシ群落
 - マルハハキ群落
 - ナギ群落
 - ナシ群落
 - ママコイサ群落
 - コ群落
 - コキ群落
 - ヤナキ群落
 - ハシノコ群落
 - 裸地
 - その他(植生)
- ※斜線は混成群落を表す。

S=1:1,250
0 5 10 20 30 40 50
メートル

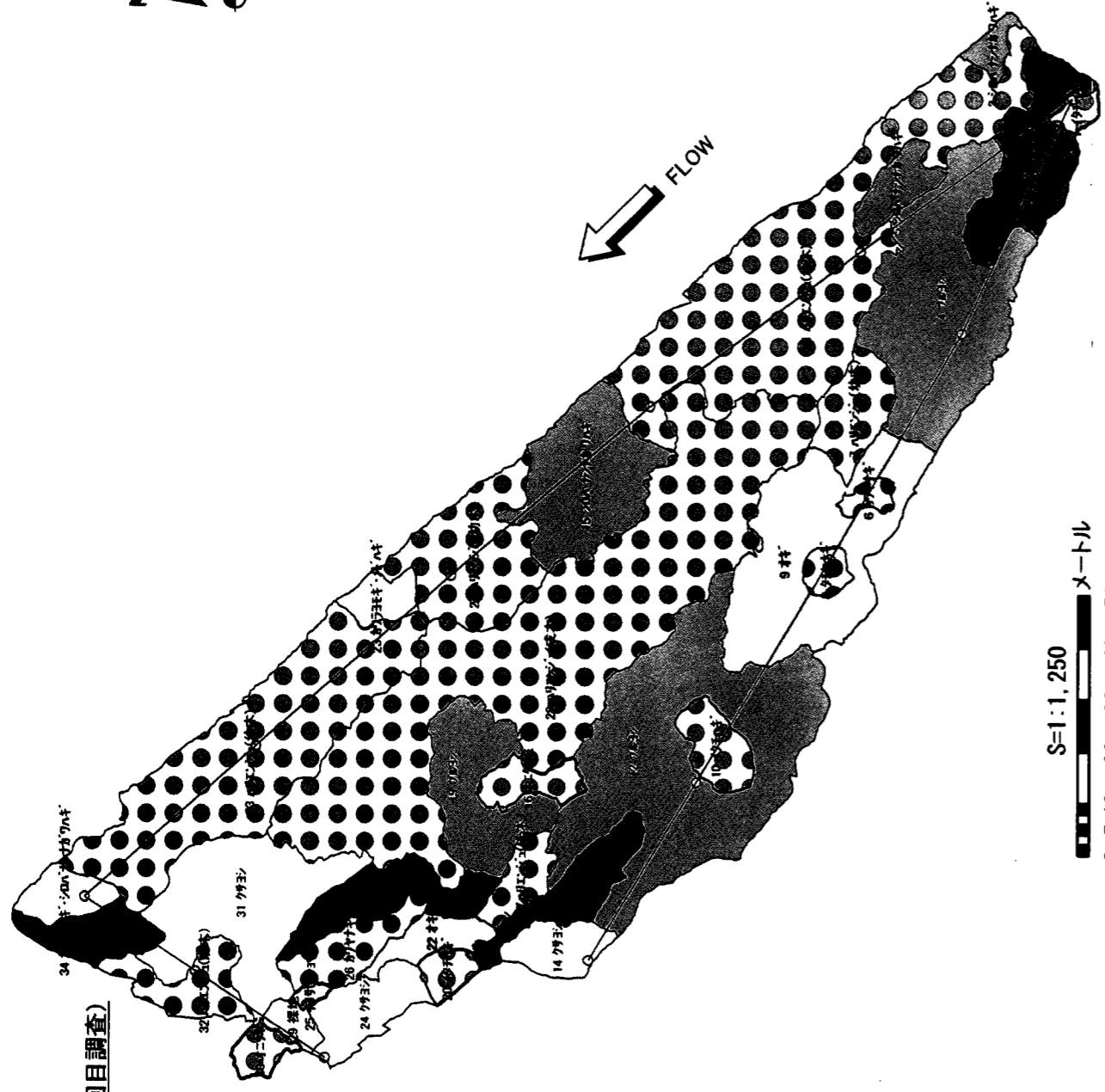
② 鼠橋上流地区 (H12年-2回目調査)



S=1:1,250
0 5 10 20 30 40 50
メートル

図 5-2-2(7) 植生図 (千曲川その7)

③ 鼠橋上流地区(H13年-1回目調査)



(植生凡例)

- オオバコ群落
 - オキ群落
 - オニカンカサ群落
 - カベ群落
 - カモヤ群落
 - カワモキ群落
 - クサ群落
 - クサ群落
 - シタラシスス群落
 - シロ群落
 - シロバナカワハキ群落
 - ツル群落
 - スズク群落
 - ヒメカサ群落
 - マルマル群落
 - 小ハキ群落
 - 北シハ群落
 - マツヨク群落
 - コ群落
 - コ群落
 - ヤマ群落
 - ハエシ群落
 - 裸地
 - その他(植生)
- ※斜線は混成群落を表す。

④ 鼠橋上流地区(H13年-2回目調査)

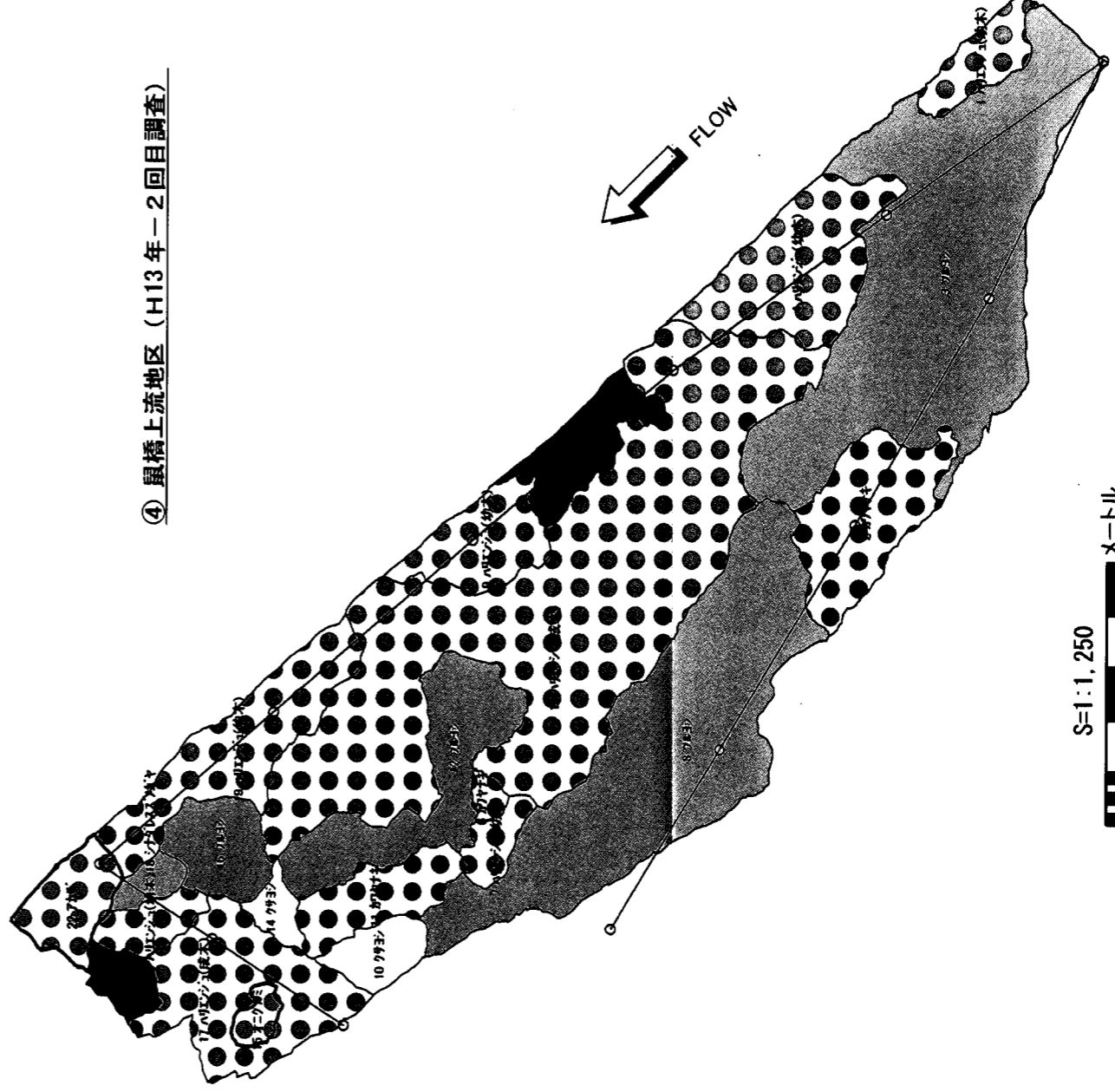


図 5-2-2(8) 植生図 (千曲川その8)

5. 3 植物群落の変化速度

5.3.1 データ整理の方法

本節では、植生図を時系列順に重ね合わせて調査期間ごとに①各群落の面積変化の速度、および②各群落の群落境界を隣り合う群落種ごとに細分して、各境界について拡大・縮小した速度を算定・整理する。データ整理の対象は、表4-4-2 および4-4-3 に示す植物とハリエンジュ、ヤナギなどの木本類、裸地とした。ただし、データ整理の労力と煩雑さを低減させるために、タイプ名の末尾にAを付した植物については、各タイプ一つのグループとして整理することとした。このタイプは、流失に対する耐力と土砂の堆積能力が小さい植物であり、図-2.1.1 に示したシステムの観点では樹林化に至るプロセスに直接的に関わる可能性が小さいと予想される。また、多摩川ではクサヨシとヨシを、千曲川ではクワモドキを、十分なデータが得られなかったために分析対象から除外している。

(1) 変化速度の考え方

ある複数の植物群落間で生じる群落範囲の変化を模式化して図5-3-1 に表す。植生Aが植生Bに侵入して群落を拡大させた場合、植生Aにとっては、増加面積分 ΔS_1 だけ拡大したことになる。しかし、植生Bにとっては、植生Aに縮小された ΔS_1 だけ面積が減少したことになる。またこのようなやりとりが、植生Aと植生Cの間であった場合、結果として植生Aの面積変化は、植生Bに拡大した増加分 ΔS_1 と植生Cに縮小された減少分 ΔS_2 の差となる。また、植生Cに隣り合っていない場合を想定すると、増加分 ΔS_1 が同一であるにもかかわらず減少分 ΔS_2 がなくなるので、植生Aの面積変化は上記より大きくなる。以上の例からわかるように、変化を扱うにあたっては、隣り合う群落種ごとに群落境界線を区分して、その個々について拡大・縮小について整理する必要がある。本論では区分ごとの変化を対象としており、拡大する場合の変化速度を拡大速度とよび、縮小される場合を縮小速度と呼ぶ。また、トータルで見た面積変化 $\Delta S_1 - \Delta S_2$ を対象とした場合には、変化速度と呼び、使い分けることとする。

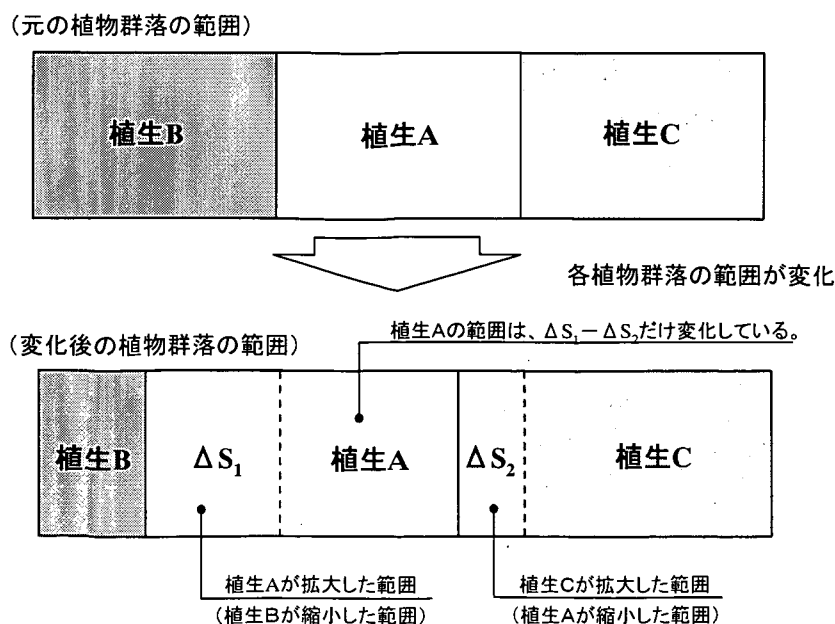
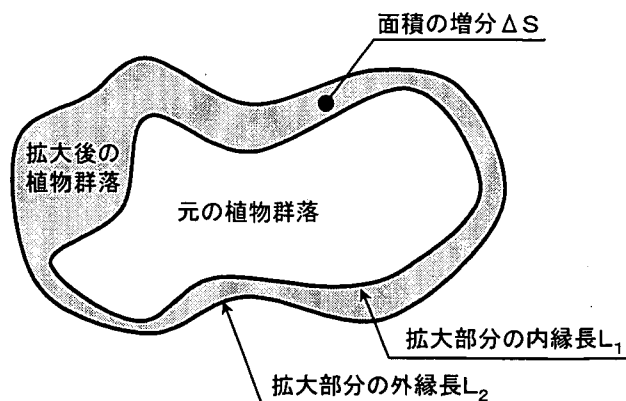


図5-3-1 植物群落範囲の変化の模式図

(2) 拡大速度・縮小速度の算出方法

植生別の拡大・縮小速度は(5.1)式により算定する。(図 5-3-2 参照)

$$\text{拡大・縮小速度 (m/month)} = \frac{\text{面積の増加・減少分 } \Delta S}{\text{経過時間 } T \times \left(\frac{\text{拡大・縮小部分の内縁長 } L_1 + \text{拡大・縮小部分の外縁長 } L_2}{2} \right)} \dots (5.1) \text{式}$$



※縮小速度を算出する場合は、拡大部分の面積・周長を縮小部分のものに置き換える。

(拡大速度を算出する場合の例)

図 5-3-2 拡大・縮小速度の算出方法の模式図

ここに、経過時間 T は各回の調査間に経過した時間を月単位に丸めた値とした。各調査間の経過時間は、1 回目調査から 2 回目調査までは概ね 3 ヶ月、2 回目調査から翌年の 1 回目調査までは概ね 9 ヶ月である。(表 3-4-2 参照) また、植生図中の混生群落の変化速度は、混生群落全体の変化速度に構成割合を乗じることにより算出した。

5.3.2 植物群落の変化速度の概要

まず、各植物群落の変化速度を (5.2 式) によって算定した結果を図 5-3-3 に示す。ただし、一部の期間でデータがない場合 (例えば、洪水後 1 年目の夏から秋にかけてのデータがない場合など) は、その期間の変化速度を 0(m/month) として算定している。

$$\text{1 年間の変化速度} = \frac{\sum (\text{各調査間における変化速度} \times \text{各調査間における経過時間の月数})}{\text{経過時間の総月数}} \times 12 \text{カ月} \dots (5.2) \text{式}$$

植物群落の変化速度は、オニウシノケグサ (千曲川) の特異なデータを除けば、多摩川、千曲川共に概ね 3~4 (m/year) 程度であることがわかる。多摩川と千曲川において、共通する各植物群落の変化速度を比較すると、タイプ I-②-A とオオイヌタデが逆の傾向を示している。これは、洪水後 2 年目秋における多摩川の植生調査ができなかったため、タイプ I-②-A の洪水後 2 年未満に他の植生に遷移して消滅するという特性 (表 4-4-1 参照)、オオイヌタデの春から秋にかけて拡大するという特性のデータを得ることができなかったことによるものと推測できる。これら以外の植生について見ると、変化速度が異なるが、拡大・縮小の傾向は一致している。この傾向の中で特に注目したいことは、拡大傾向にある植生タイプが、多摩川・千曲川ともに、概ね表 4-4-2 および 4-4-3 に示すタイプ II や

Ⅲに属する安定植生域を形成する植生タイプであることである。両河川ともタイプⅡに属する植生の多くが2~4(m/year)程度の速度で、タイプⅢが0~2(m/year)程度の速度で拡大している(ただし、多摩川におけるオギのデータを除けば拡大速度は0~0.5(m/year)程度である)。より長期間(2~7年間)に生じた群落拡大を対象にして変化速度を算定した土木研究所の報告²²⁾では、ヤナギ類:1.2~2.8(m/year)、ヨシ:1.6~2.5(m/year)、オギ:1.3(m/year)程度という結果が示されている。これらはタイプⅡ、Ⅲに属する植生(可能性も含めて)であり、本研究での測定結果と概ね一致(千曲川のオギを除く)している。以上を総合すると、安定植生を形成するタイプⅡ、Ⅲの植物群落は、前者が2~4(m/year)程度で、後者が0~2(m/year)程度で拡大していることが推測される。

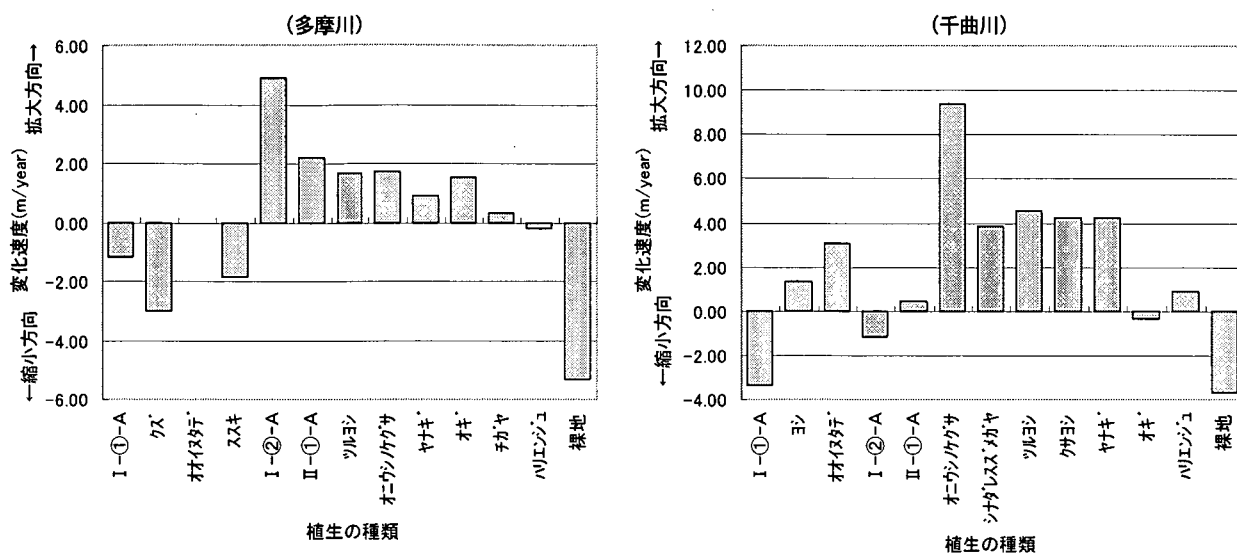


図 5-3-3 植物群落別の 1 年間あたりの変化速度

5.3.3 拡大速度に及ぼす拡大率の影響

各植物群落の拡大速度と拡大率(拡大して得た面積の増分 ΔS (図 5.3.2 参照)を拡大後の群落面積で除したものを拡大率と呼ぶ。)の関係をプロットしたものを図 5-3-4 に示す。拡大率は、100%であればこれまでまったく繁茂していなかった植生が新規に群落を形成したことを表し、0%に近いほど元の群落の面積に比較して増加した面積が小さいことを表す。このことをふまえて、図 5-3-4 に示すプロットの分布形状を見ると、まずほとんどの群落に共通して、拡大率 0~5%の拡大速度がそれ以上に比較して小さくなっていることに気づく。さらにプロット数も拡大率 0~5%の範囲に多くなっている。拡大率が 0%にごく近い値となると、図 5-3-2 に示した群落境界を表すライン L_1 と L_2 がごく近くなるため、GPS の測定精度(約 50cm)と観測者によるラインの判定誤差が相まって、 L_1 と L_2 が複雑に交差する測定結果となった。図 5-3-4 に示したデータ整理では、隣り合う交差点に挟まれた群落境界ごとに細分して拡大速度を算定したため、上記のようにプロット数が多くなっている。これらのプロットは測定誤差が大きいことが予想されるため、以下の検討においては、拡大率 5%未満のデータを除いて拡大速度について考察を加えることとする。

拡大率 5~100%の範囲で拡大速度と拡大率の関係に着目すると、拡大速度は 0.1~1(m/month)程度にやや集中しているものの、10(m/month)の範囲までおおきくばらついている。そのようなばらつきの中でも詳細に見ると、拡大率が大きくなるのにもなって拡大速度も大きくなる群落(例えば、タイプ I-①-A やタイプ I-②-A など)と、拡大率とは無関係にばらついている群落(例えばオオ

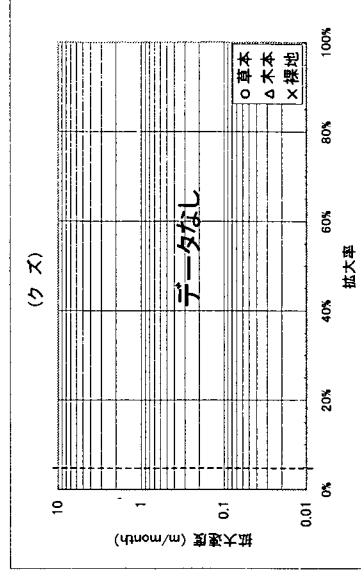
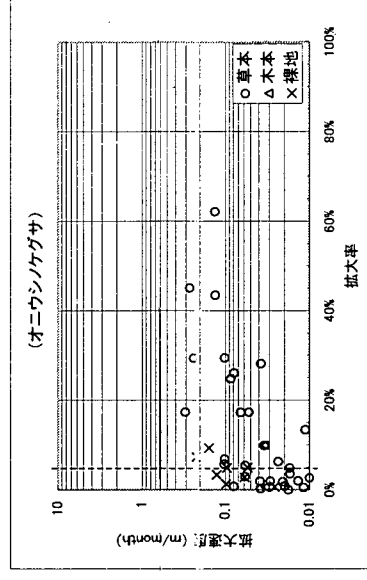
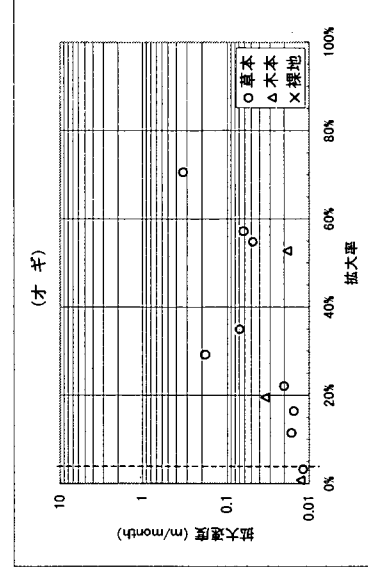
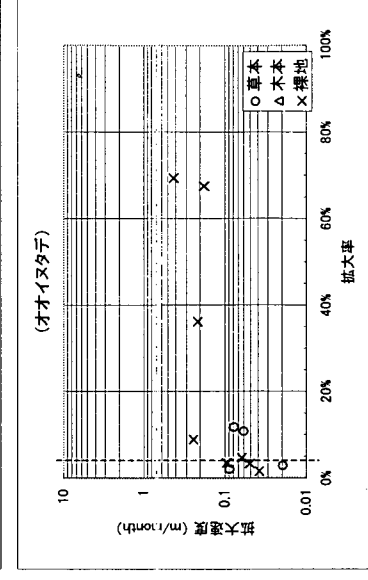
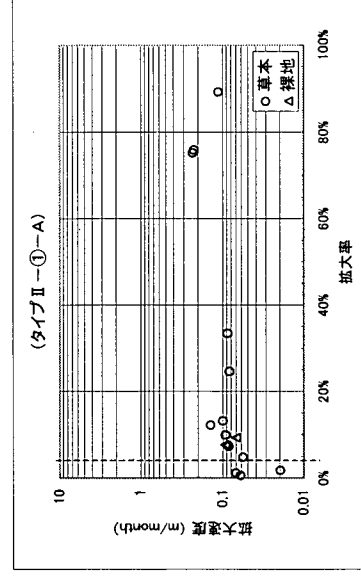
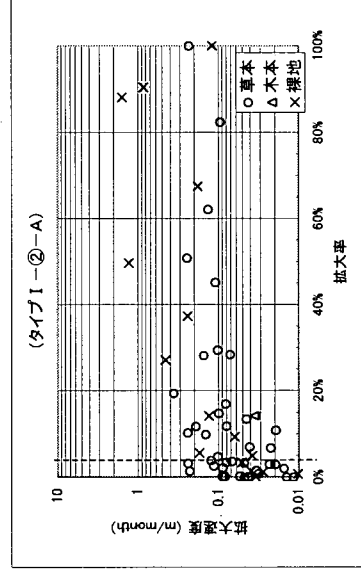
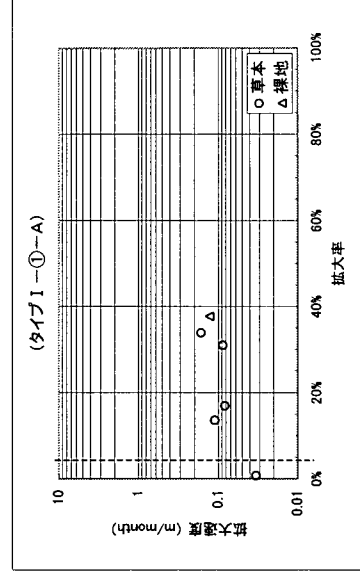
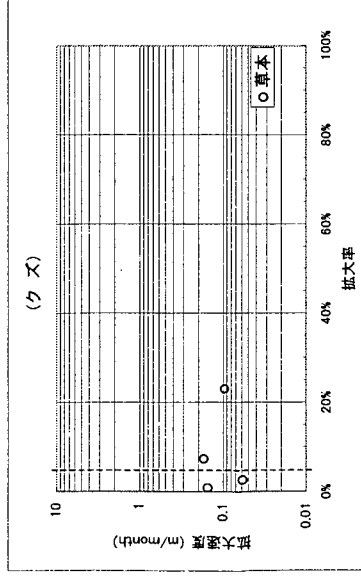
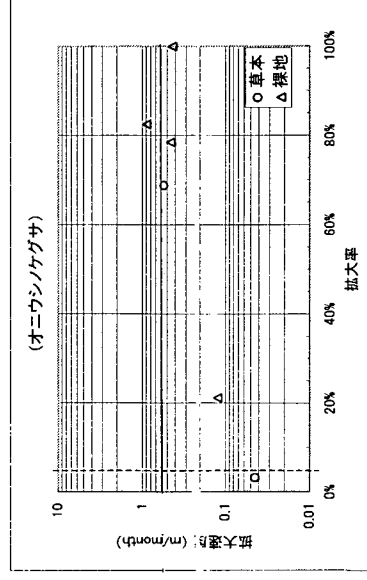
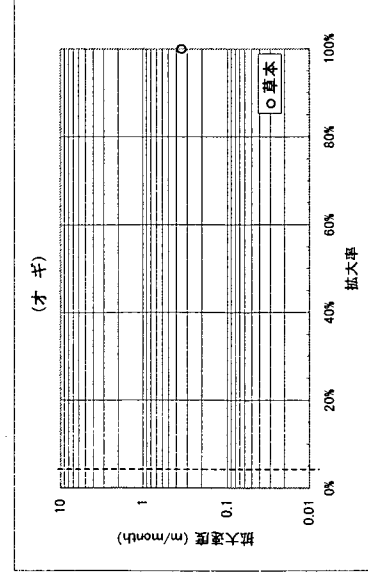
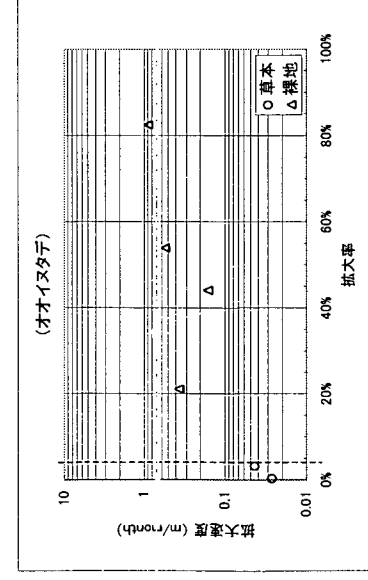
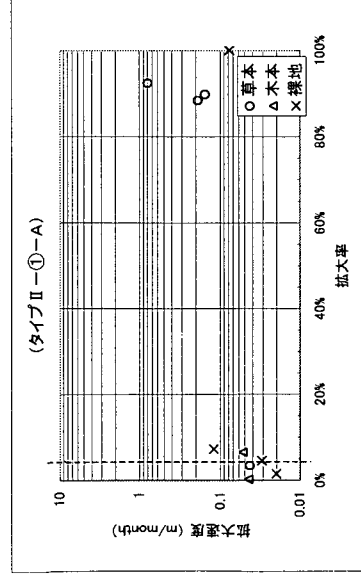
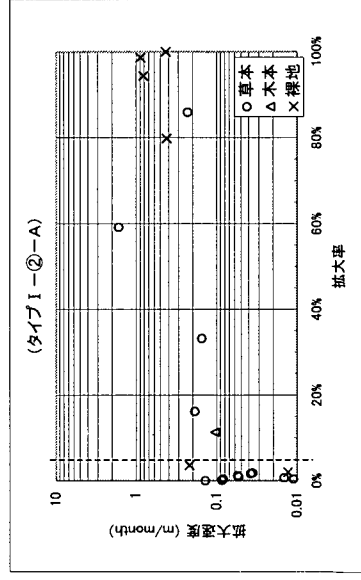
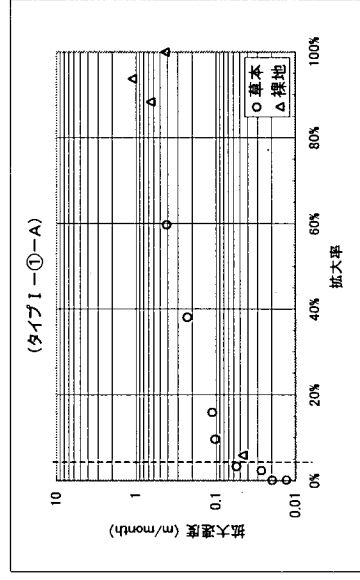


図5-3-4(1) 拡大速度と拡大率の関係(多摩川その1)

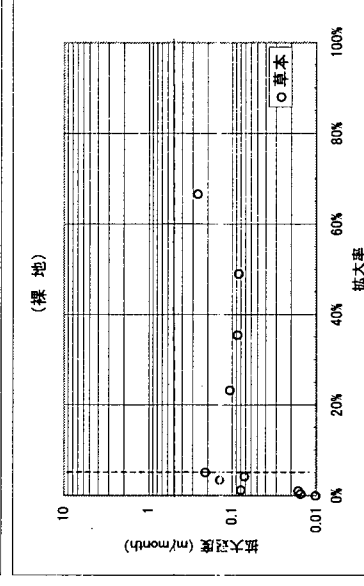
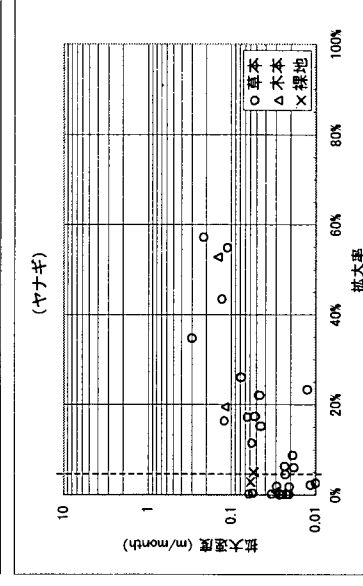
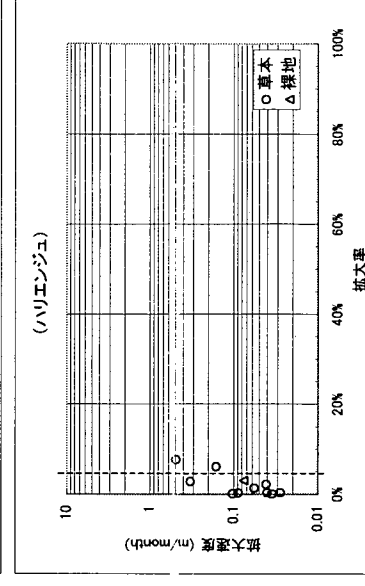
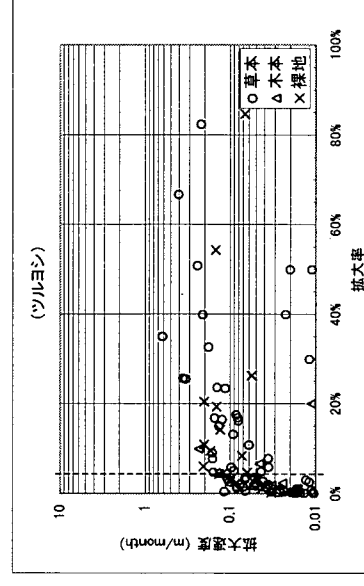
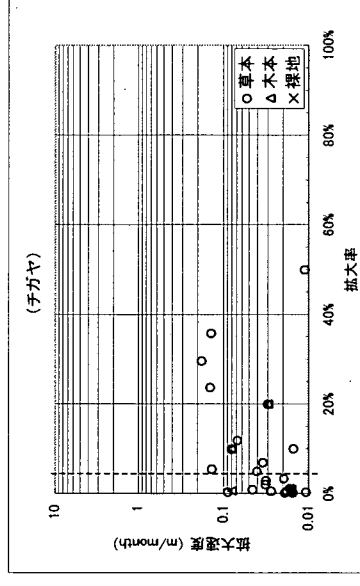
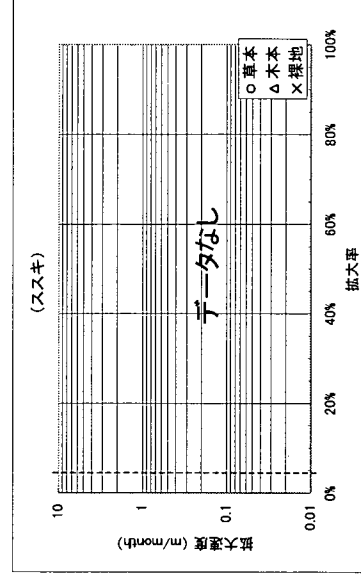
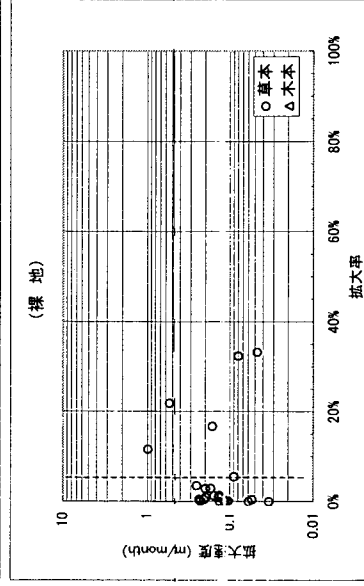
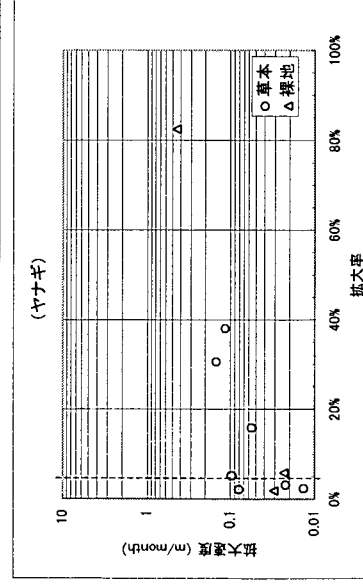
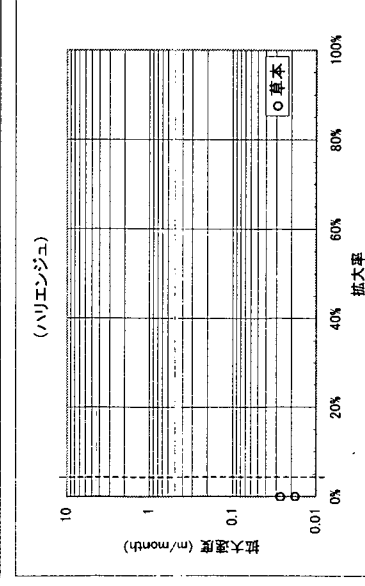
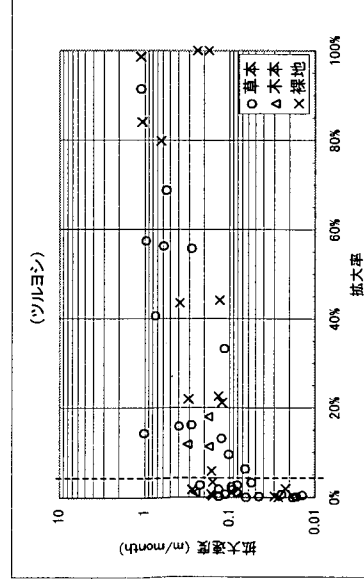
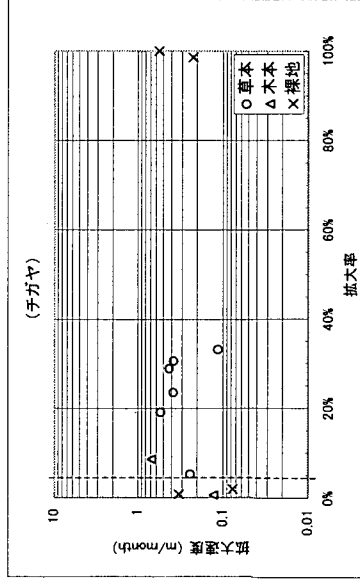
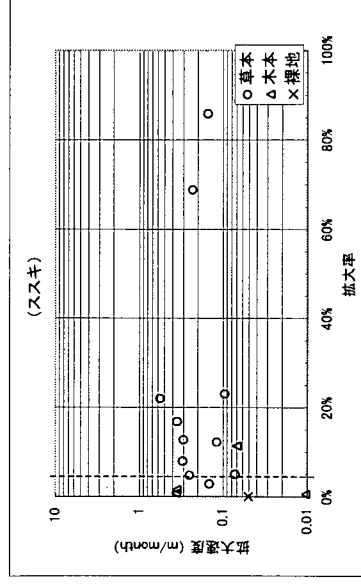


図5-3-4(2) 拡大速度と拡大率の関係(多摩川その2)

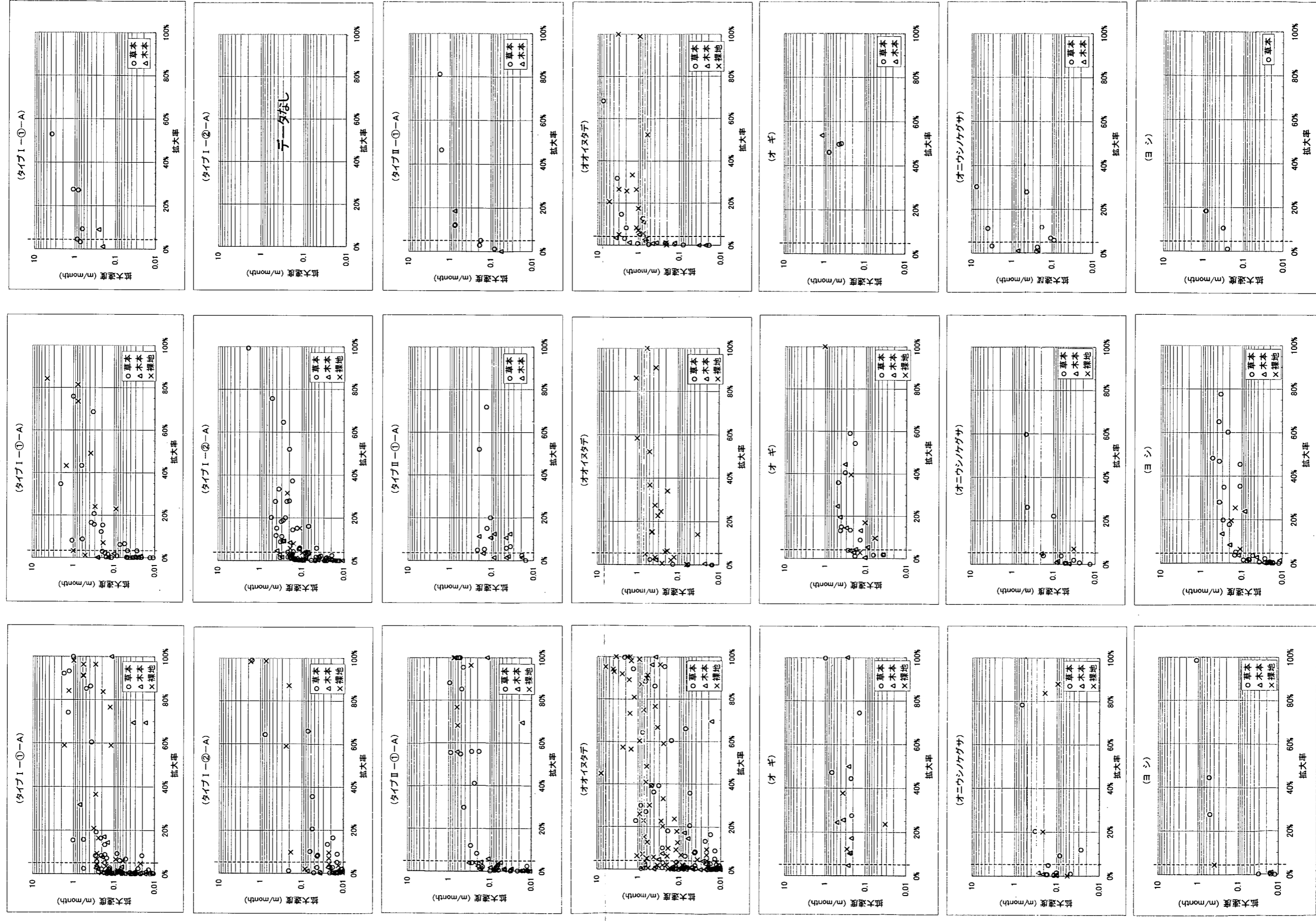


図5-3-4(3) 拡大速度と拡大率の関係(千曲川その1)

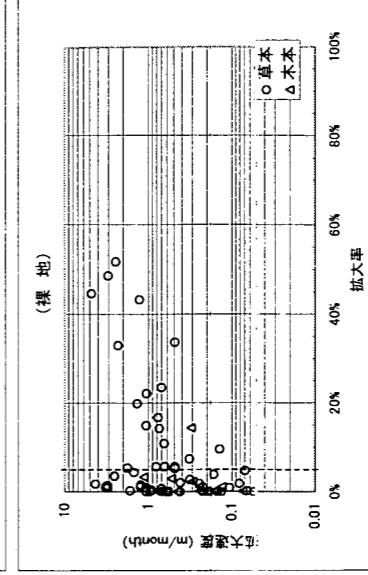
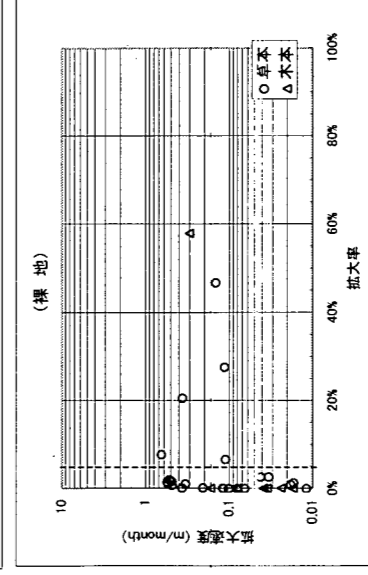
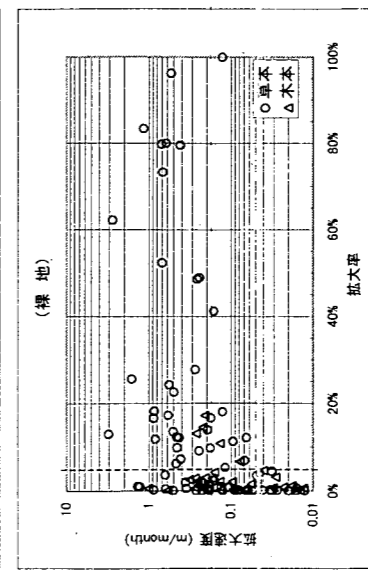
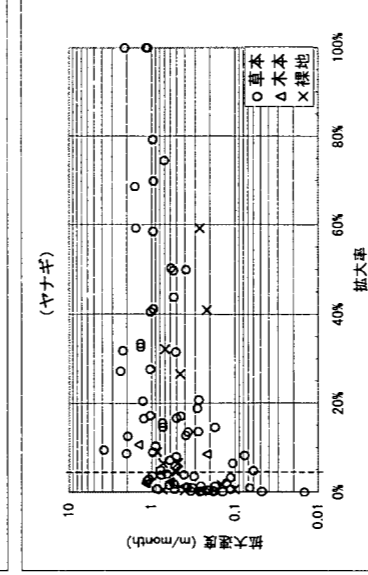
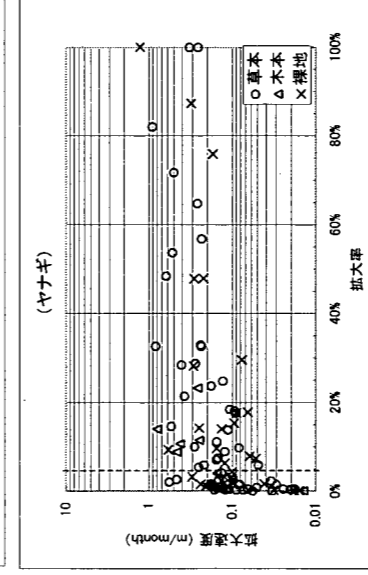
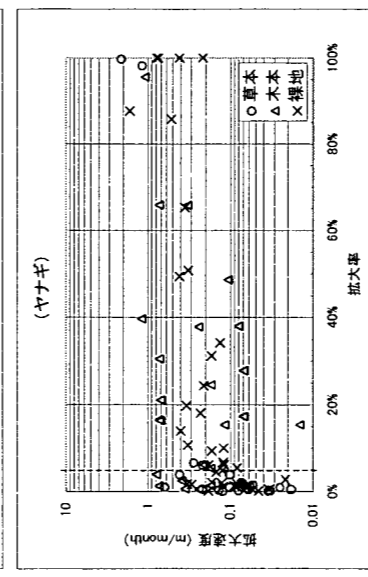
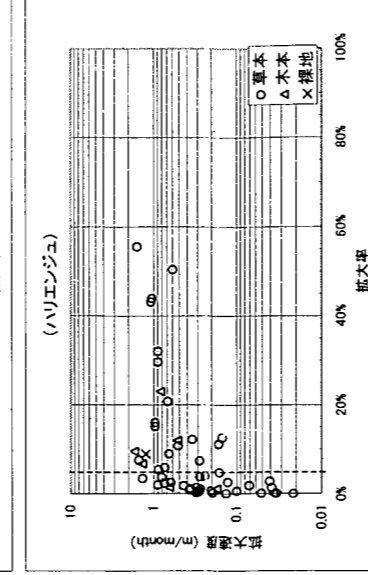
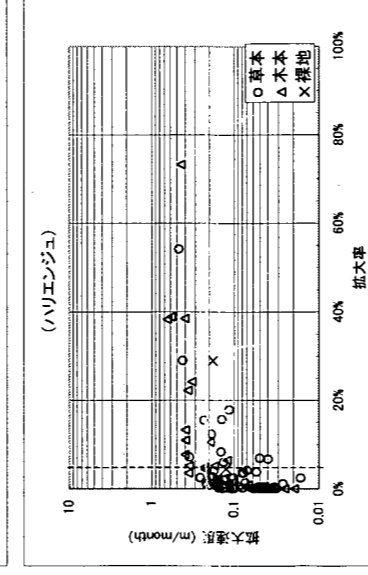
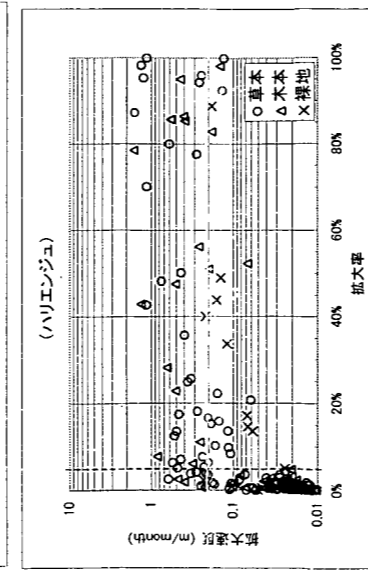
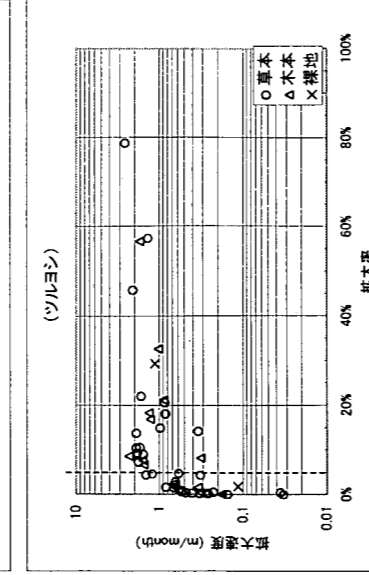
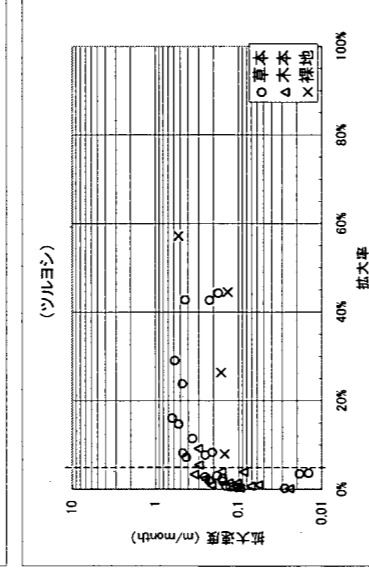
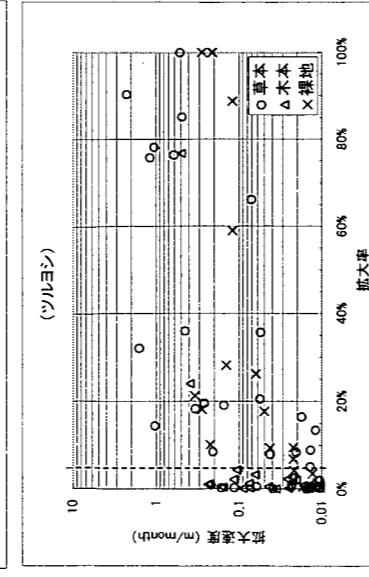
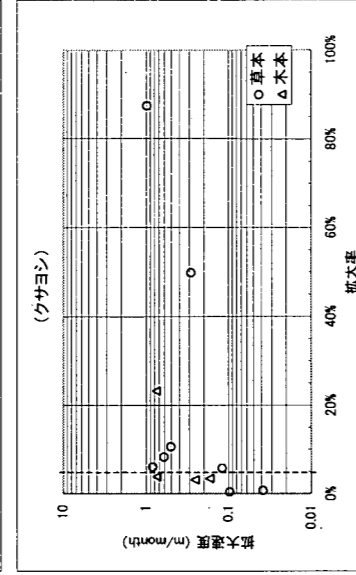
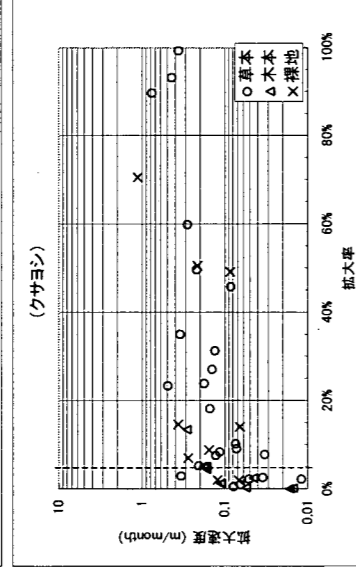
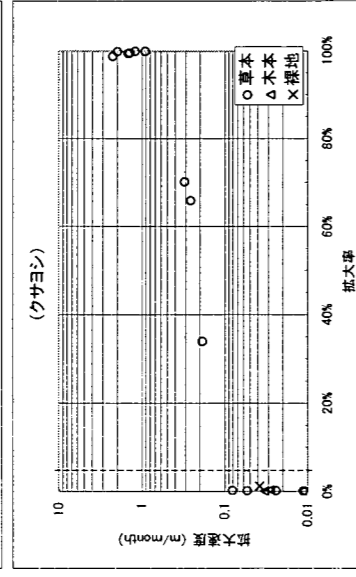
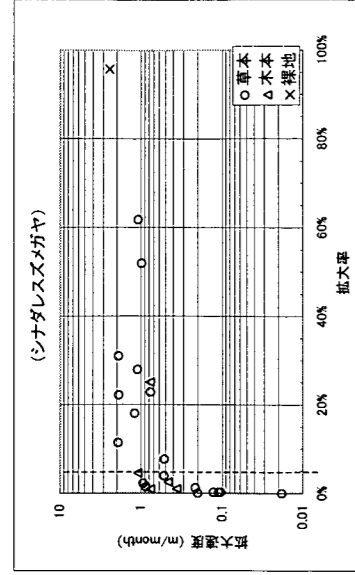
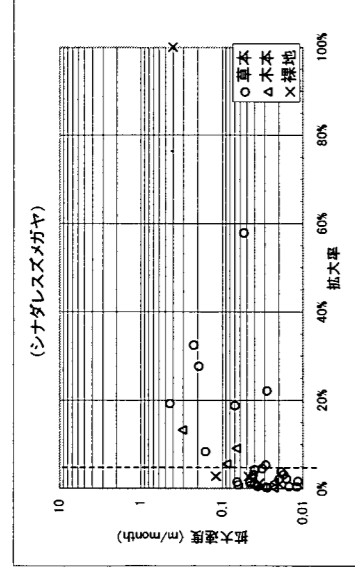
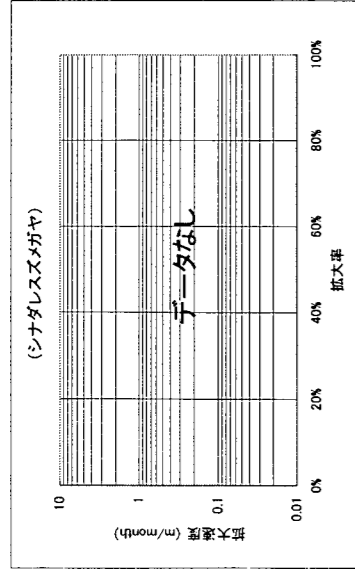


図5-3-4(4) 拡大速度と拡大率の関係(千曲川その2)

イヌタデ、ツルヨシなど) という2パターンに分かれる傾向が見られる。しかし、この傾向は各群落に固有のものではなく、調査時期によって異なっている。本研究で得たデータだけで判断すると、拡大率と拡大速度の間に強い相関があるとは判断しにくく、現段階では、植物群落の拡大速度に対する群落面積の影響を明らかにすることは困難である。このため以下においては、拡大率5~100%の範囲のデータについて求めた平均値を用いて拡大速度を表す。

5.3.4 植物群落の拡大・縮小速度の特性と安定植生域にいたる拡大速度の推定

多摩川および千曲川について、調査期間ごとに植物群落間での拡大・縮小速度を算定した結果を表5-3-1 および5-3-2 に示す。この表を縦方向に集計すると、ある群落の平均拡大速度が、横方向に集計すると平均縮小速度が得られる(図5.3.1参照)。また、図5-3-5 および図5-3-6 に、各植物群落について調査期間毎の平均的な拡大・縮小速度を棒グラフで示す。棒グラフ内の色は、変化する植種を表し、その範囲が大きければ拡大面積または縮小面積が大きいことを示している。変化する植種は、末尾にAが付くタイプAに属する植生(I-①-A、I-②-A、II-①-A、II-②-A)、タイプI-①-B、タイプII-②-B(ヤナギを含む)、タイプIII(ハリエンジュを含む)、裸地とした。また、図中に描いている折れ線グラフは変化速度を表している。変化速度は、拡大速度と縮小速度に周長の重みをつけた平均値として算定したものである。

(1) 多摩川

図5-3-5より、まず各植物群落の変化速度の特性を見る。植物群落の変化速度(折れ線)は、いずれの植生も $-0.3 \sim 0.8$ (m/month)程度の範囲である。変化速度と拡大速度・縮小速度の関係をみると、群落範囲の変化は、①他の群落に侵入されることなく一方向的に群落範囲を拡大させるパターン、または逆に他の群落に侵入されるのみで一方向的に群落範囲を縮小するパターン、②侵入して拡大した面積と、逆に侵入されて消失した面積が等しくなく、そのため群落が拡大または縮小するパターン、③拡大した面積と消失した面積が等しく、結果的に群落面積に変化の見られない(群落を形成している位置は変化している)パターンに分類できる。

このうち、タイプI-②-A、II-①-A、オギ、クズはパターン①の形態で群落を変化している。このパターンに分類される植生のうち、クズだけが縮小傾向を示し、クズ以外の植生は全て群落を拡大している。特にタイプI-②-Aは、今回の植物群落の中で最も速い速度で群落範囲を拡大している。またパターン②の形態で群落範囲を変化させる植生を見ると、I-①-A、ススキ、ツルヨシ、オニウシノケグサ、裸地が挙げられる。このうち密に繁茂する植生であるツルヨシ・オニウシノケグサは、裸地や他の植生に侵入して群落範囲を拡大しているが、逆にI-①-A、ススキ、裸地は、拡大する面積に対して他の植生の侵入によって消失する面積が大きいため、群落範囲を縮小している。さらにパターン③に分類される植生を見ると、オオイヌタデ、チガヤ、ハリエンジュ、ヤナギが挙げられる。これらの植生は、若干の面積の増減があるが、他の植生群落に比べると面積の変化量が少ない。以上の各植物群落の変化速度の傾向を、各調査期間別に見ると、いずれの植生も夏から秋にかけての速度が秋から翌年の夏にかけてのものに比べて大きく、季節の影響を受けているのがわかる。

次に、表5-3-1に示す調査期間別の各植物群落間での変化速度を(5.2)式により1年間の変化速

度に換算したものを表中のセル上段に示すとともに、これらの値を図4-4-1の樹林化のプロセスに基づき整理したものを図5-3-7に示す。なお1年間の変化速度を算定するにあたっては、一部の期間でデータがない場合、その期間の変化速度を0(m/month)として算定している。このため、特に②の期間のデータがない場合は過小評価している可能性がある。真値を求めるためにはさらなるデータの蓄積が必要であり、現段階では上記の方法で算定した変化速度をもとに考察する。

図5-3-7より、各植物群落間での変化速度について見ていく。まず、群落面積が最も大きく拡大したタイプI-②-Aに着目する。このタイプの植生は、裸地やタイプI-①-Aの植生に侵入して形成範囲を拡大している。この時の拡大速度は、各々5.8(m/year)と8.9(m/year)で、他の植物群落間の変化速度に比べると非常に速い。これは、タイプI-②-Aの大半が一年草で、流水や風に運搬される種子によって群落を拡大することから、河原に広く残っている裸地の立地条件が生育条件に適応して群落を急速に拡大できたものと考えられる。このタイプと同様な立地条件に適する植生としてタイプI-①-AとI-①-Bが挙げられる。両植生は、3.0~4.0(m/year)程度の拡大速度で裸地に侵入して群落を拡大している。しかし、タイプII-②-BやタイプIIIによって1.0~4.5(m/year)程度の速度で群落を縮小されているため、タイプI-②-Aのように群落範囲を大きく拡大できていない。ついで、密に繁茂する植生であるタイプII-②-Bに着目する。このタイプの植生は、裸地や河原に繁茂するタイプI-①-AやタイプI-①-Bに侵入して群落を拡大させている。その拡大速度は、侵入する植種によって様々であり一様な傾向は見られないが、概ね1.0~4.5(m/year)の範囲である。またこのタイプの植生は、植生図を見ればわかるように、陸域側にタイプIIIが隣合わせで群落を形成していることが多い。このためタイプII-②-Bは、タイプIIIとの間で群落境界を競い合っている。この競争によってタイプII-②-Bは、タイプIIIに0.8~1.4(m/year)の速度で拡大しているが、逆にタイプIIIに2.2~2.7(m/year)の速度で縮小されているため、結果としてタイプIIIによって群落範囲を縮小されている。この変化はツルヨシとチガヤ、オギなどの草本群落同士の競争によるものである。木本類であるハリエンジュは、図5-3-3にも示したように他の植生に侵入して変化する面積が小さく主要な変化が生じていない。

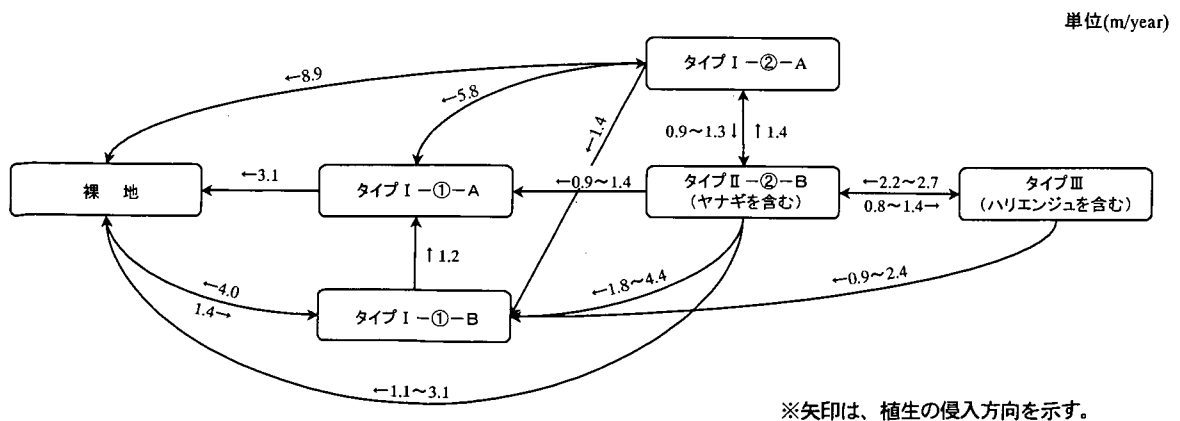


図5-3-7 植物群落間の変化速度 (多摩川)

(2) 千曲川

千曲川についても、多摩川と同様に各植物群落の変化速度の特性を見る（図 5-3-6 参照）。千曲川における植物群落の変化パターンは、タイプⅡ-①-Aおよびハリエンジュだけがパターン③（拡大・縮小速度が等しく群落面積が一定である）による形態を示しており、その他の植生はパターン②に分類できる。

その変化速度は、いずれの植生も洪水後1年目までは-0.5~1.0(m/month)の範囲である。しかし、洪水後2年目の夏から秋にかけては、-4.0~4.0(m/month)の変化速度で形成範囲を急激に変化している。この変化速度の変動を植種別に見ると、洪水後1年目までは裸地を除けば全ての植生が拡大傾向にある。しかし洪水後2年目にかけては、Ⅰ-①-A、ヨシ、Ⅰ-②-A、オギ、クサヨシが縮小傾向に転じ、ツルヨシ、オニウシノケグサ、シナダレスズメガヤ、ヤナギがより拡大傾向に変化しているのがわかる。また、オオイヌタデは、夏から秋にかけて約1.5(m/month)の速度で拡大しているが、秋から翌年の夏にかけては約0.5(m/month)で縮小しており、調査時期によって変化速度が大きく異なっている。

次に、（図 5-3-7 と同様の方法で作成した）図 5-3-8 より各植物群落間での変化速度について見ていく。まず、河原に繁茂する植物であるタイプⅠ-①-A、タイプⅠ-①-B、タイプⅠ-②-Aに着目する。これらの植生は、河原に繁茂する植生同士や裸地の間で急激に形成範囲を変化させている。その拡大・縮小速度の大半は10(m/year)以上の速さで、他の植物群落間の拡大・縮小速度に比べると非常に速い。このように拡大速度が大きいことから、このタイプの植生は洪水によって広範囲に裸地化された場所に新規に群落を形成する先駆的植物であると考えられる。また、縮小速度が大きいのは、水際などの立地条件が著しく変化する場所に生育することが影響して流失や枯死が生じやすいためと考えられる。ついで、密に繁茂する植生であるタイプⅡ-②-A、タイプⅡ-②-Bに着目する。タイプⅡ-②-Aは、主にタイプⅠ-①-A、タイプⅠ-②-Aの群落に侵入して、4.0~15.0(m/year)の速度で群落範囲を急激に拡大させている。またタイプⅡ-②-Bは、Ⅰ-②-A、Ⅰ-①-B、裸地に3.0~8.0(m/year)程度で侵入して群落を拡大している。このように、タイプⅡ-②-AやタイプⅡ-②-Bは、タイプⅢとの競争を除けば河原に繁茂する植生

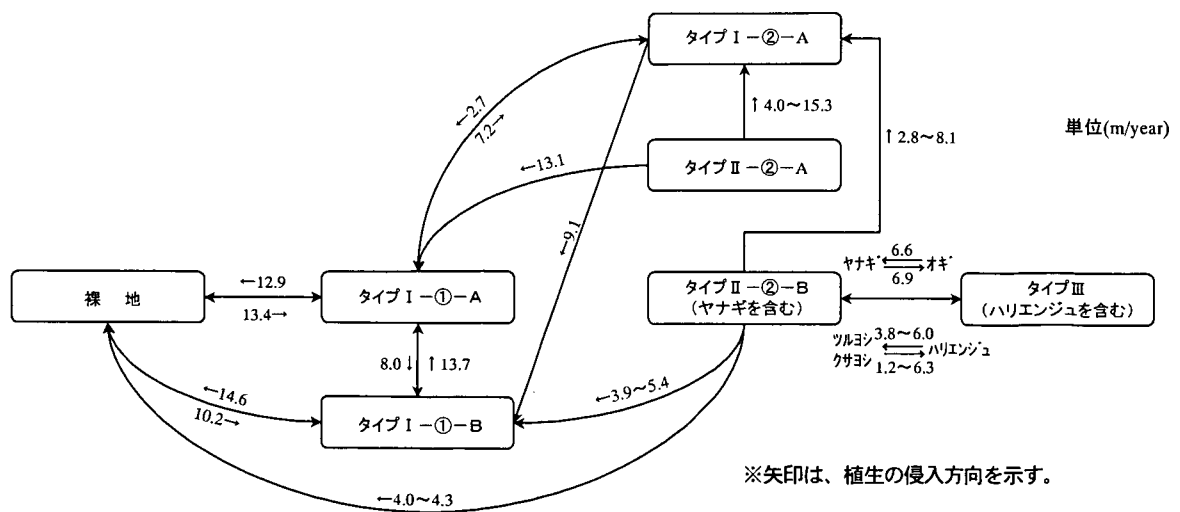


図 5-3-8 植物群落間の変化速度（千曲川）

や裸地に侵入して一方向的に群落範囲を拡大している。最後にタイプⅢに着目する。タイプⅢは、多摩川と同じようにタイプⅡ-②-Bと隣合わせることが多い。しかし、タイプⅢがタイプⅡ-②-Bに侵入して徐々に群落境界を広げていくのではなく、新たに形成したタイプⅢの群落にタイプⅡ-②-Bが再度侵入して群落を再形成するという競争が見られた。この競争によってタイプⅢは、タイプⅡ-②-Bとの間で、概ね 1.0~6.0(m/year)の速度で群落の拡大・縮小を繰り返している。この速度は、図 5-3-3 に示したタイプⅢの拡大速度に比べると非常に大きい。

これらの速度の算定対象となった群落は、屋島橋上流地区の植生図（図 5-2-2(1)および図 5-2-2(2)参照）において左岸側付近に見られるヤナギの幼木の群落とオギ群落、鼠橋上流地区の植生図（図 5-2-2(7)および図 5-2-2(8)参照）において砂州上下流端付近に見られるハリエンジュの幼木の群落とツルヨシ、クサヨシ群落である。両者とも木本群落と多年草の草本群落との競争によるものである。

木本群落の拡大は、草本群落に幼木が混生し、それが成長して樹高を大きくしていくという過程で進行していく。今回の調査では、季節に応じて多年草の茎が枯れて木本が目立っているような状況では木本群落、多年草の草丈が高くなり幼木が隠れてしまうような状況では草本群落と判断している。こうした判断がもたらした木本群落から草本群落への、あるいはその逆の見かけ上の急変が上記の拡大速度の算定結果に反映されている。そのため、木本群落の拡大形成初期に上記のような競争が生じているとしても、それを正確に測定できておらず、拡大・縮小速度が過大に評価されていると推察される。したがって今回の調査では、競争の結果として生じる可能性がある季節的なタイプⅢの群落の拡大・縮小は明らかにできなかった。ただし調査を行った 2 年間では、図 5-3-3 に示したように、オギ群落の形成範囲はほとんど変化していないが、ハリエンジュ群落は約 1.0(m/year)の速度で群落範囲を拡大している。この値が図 5-3-8 に示したタイプⅡ-②-BとタイプⅢの拡大速度の差と概ね等しい値であることも考慮すると、季節的には群落の拡大・縮小が生じているが、そのような面積の変動を年単位で均して見ると上記の速度程度で拡大しているものと考えられる。このタイプⅢの拡大速度は、河原に繁茂する植生や密に繁茂する植生の拡大速度に比べて小さくなっている（図 5-3-3 参照）。

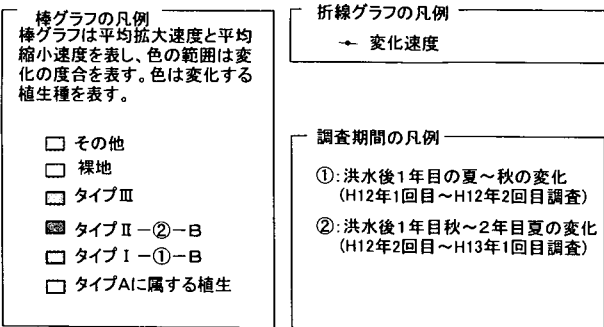
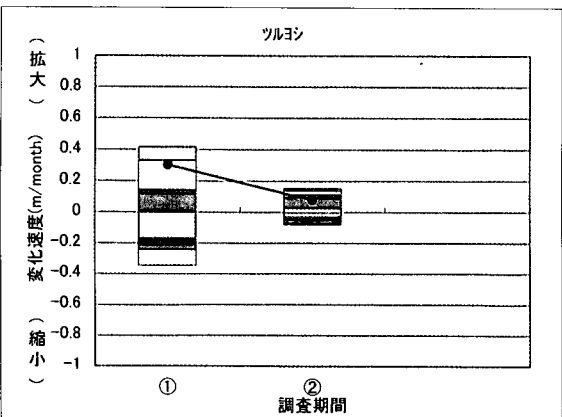
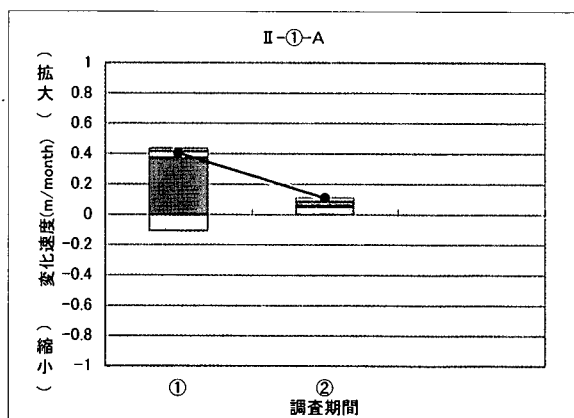
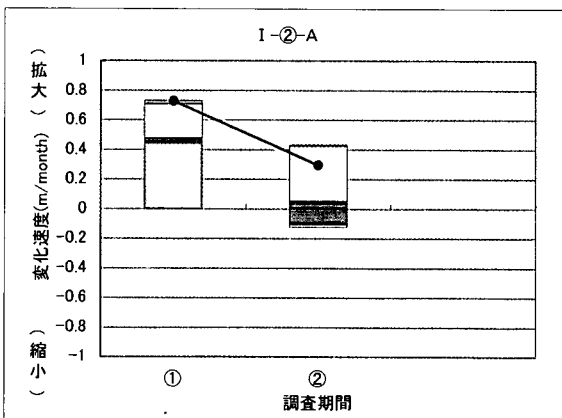
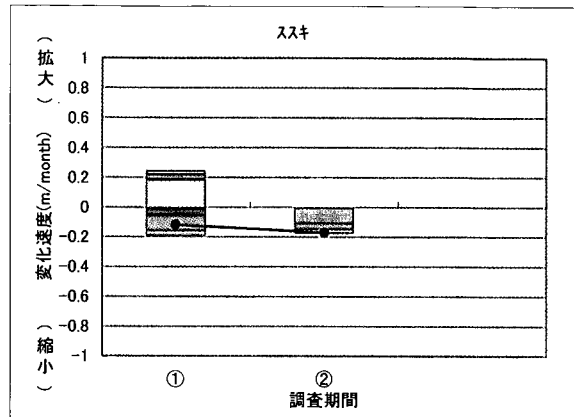
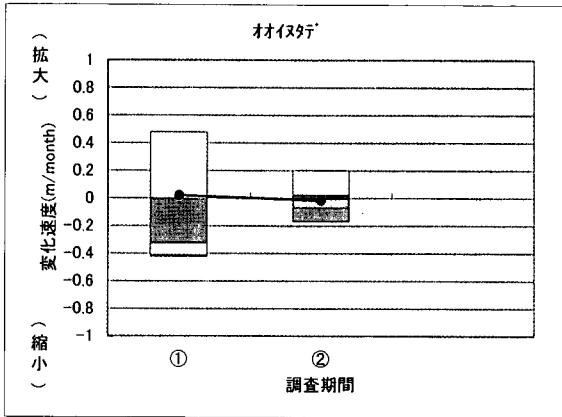
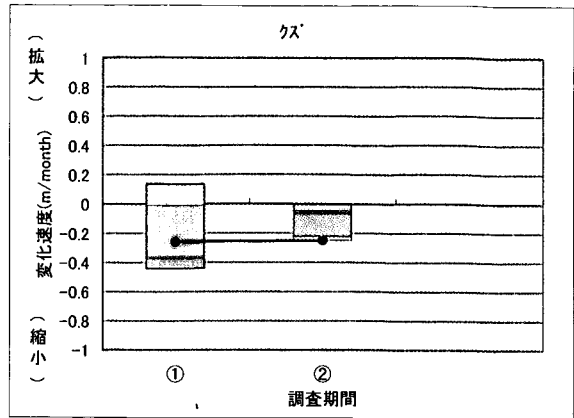
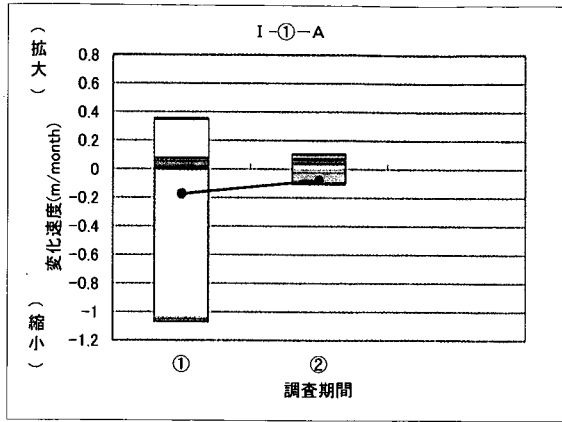
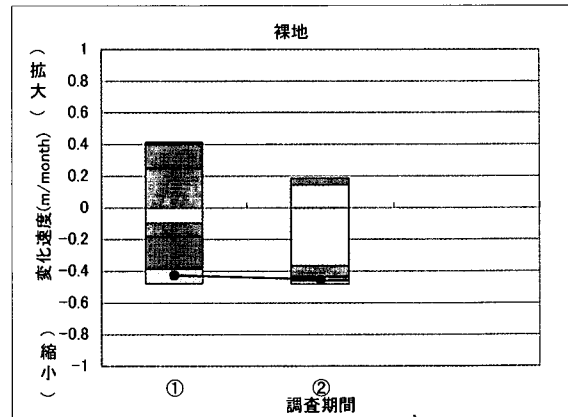
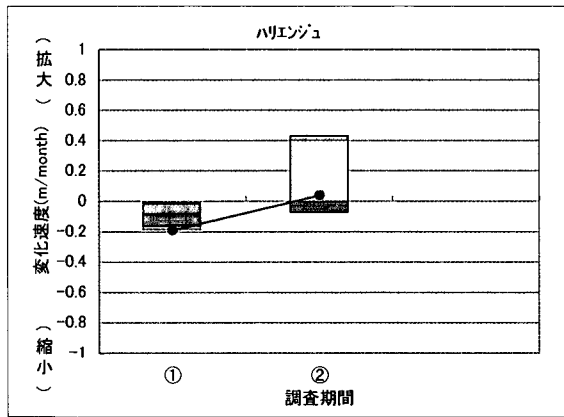
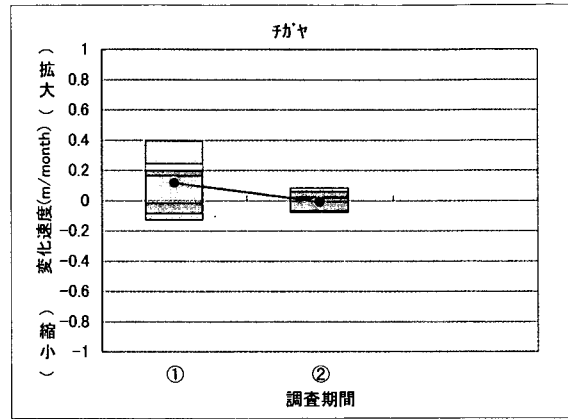
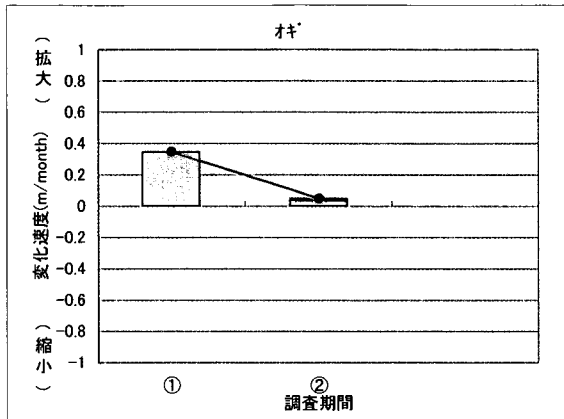
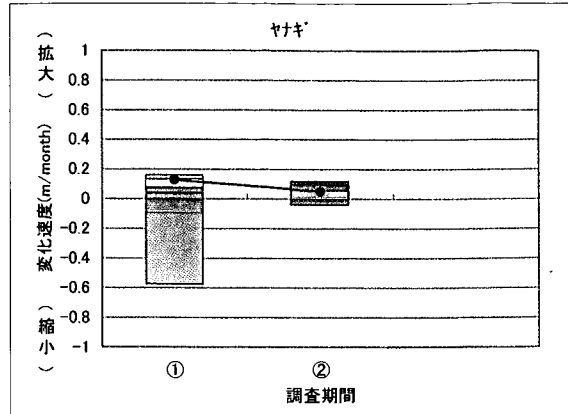
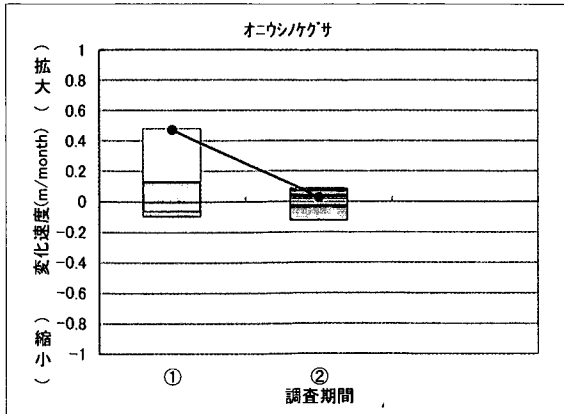


図5-3-5(1) 調査期間毎の植物群落の変化速度 (多摩川その1)



棒グラフの凡例
 棒グラフは平均拡大速度と平均縮小速度を表し、色の範囲は変化の割合を表す。色は変化する植生種を表す。

- その他
- 裸地
- ▨ タイプⅢ
- ▩ タイプⅡ-②-B
- ▧ タイプⅠ-①-B
- ▦ タイプAに属する植生

折線グラフの凡例
 → 変化速度

調査期間の凡例

- ①: 洪水後1年目の夏～秋の変化 (H12年1回目～H12年2回目調査)
- ②: 洪水後1年目秋～2年目夏の変化 (H12年2回目～H13年1回目調査)

図5-3-5(2) 調査期間毎の植物群落の変化速度 (多摩川その2)

表 5-3-1 植物群落間の拡大・縮小速度の集計表 (多摩川)

		縮小速度																
		I-①-A		I-①-B				I-②-A		II-②-B			III			裸地	その他の 植生	平均
		I-①-A	クス	オオイタダ	クサヨシ	ススキ	ヨシ	I-②-A	II-①-A	フスヨシ	オニクシ/クサ	ヤナキ	オキ	チカヤ	ハリエンジュ			
拡大 速度	I-①-A		0.4 ①0.14 ②			0.6 ①0.19 ②		5.8 ①1.85 ②0.09		0.9 ① ②0.1	1.4 ① ②0.15	0.6 ① ②0.07		1.3 ① ②0.14		0.4 ① ②0.04	4.2 ①1.08 ②0.11	
	クス					1.2 ①0.41 ②			2.1 ① ②0.23	3.1 ①0.74 ②0.1				4.4 ① ②0.49	1.0 ① ②0.11		3.6 ①0.44 ②0.25	
	オオイタダ	0.8 ① ②0.09						1.4 ① ②0.15	0.9 ① ②0.1	3.0 ①0.45 ②0.18	2.9 ①0.55 ②0.14	2.3 ① ②0.25			1.4 ①0.46 ②	0.2 ①0.07 ②	2.8 ①0.42 ②0.17	
	クサヨシ													1.4 ① ②0.16			1.4 ① ②0.16	
	ススキ	0.3 ①0.11 ②						0.5 ①0.15 ②		4.0 ①0.2 ②0.38	0.5 ① ②0.06	1.8 ①0.13 ②0.18	0.9 ① ②0.1	2.4 ①0.37 ②0.14	0.2 ①0.07 ②	1.6 ①0.1 ②0.14	2.1 ①0.19 ②0.17	
	ヨシ									4.4 ①1 ②0.16			1.1 ①0.35 ②				4.1 ①0.88 ②0.16	
	I-②-A	1.4 ① ②0.16							0.7 ① ②0.08	1.4 ① ②0.16	0.7 ① ②0.08	0.7 ① ②0.08		1.3 ① ②0.14	2.1 ① ②0.23		1.1 ① ②0.12	
	II-①-A																0.3 ①0.11 ②	0.3 ①0.11 ②
	II-②-B																	
	フスヨシ	1.7 ①0.28 ②0.09		0.6 ① ②0.07		0.5 ①0.15 ②		1.3 ①0.23 ②0.07	3.5 ①0.8 ②0.12	0.9 ① ②0.1	0.4 ①0.11 ②0.01			2.2 ①0.42 ②0.1	4.8 ①0.98 ②0.21	0.5 ① ②0.06	1.8 ①0.35 ②0.08	
	オニクシ/クサ			0.5 ① ②0.06	0.0 ①0.09 ②	0.0 ① ②		0.9 ① ②0.1	0.6 ① ②0.07		2.1 ① ②0.23					0.4 ①0.12 ②	1.5 ①0.1 ②0.13	
	ヤナキ							0.4 ① ②0.04		1.3 ①0.31 ②0.04	0.3 ① ②0.03		0.1 ① ②0.01	2.7 ①0.69 ②0.07		0.3 ① ②0.03	2.2 ①0.58 ②0.05	
	オキ				0.0 ① ②	0.0 ① ②												
	III																	
	チカヤ	0.3 ①0.11 ②			0.0 ① ②	0.0 ①0.12 ②		1.3 ①0.15 ②0.09		1.4 ①0.2 ②0.09	1.1 ① ②0.12	0.8 ①0.13 ②0.04	0.4 ① ②0.04			0.2 ①0.07 ②	1.0 ①0.11 ②0.07	1.1 ①0.13 ②0.08
ハリエンジュ				0.0 ①0.41 ②	0.2 ①0.07 ②		0.3 ①0.11 ②	0.2 ①0.05 ②	2.7 ①0.18 ②0.24		1.2 ① ②0.13	0.3 ① ②0.03			0.7 ①0.17 ②0.02	1.3 ①0.19 ②0.08		
裸地	3.1 ①0.64 ②0.13		4.0 ①0.48 ②0.28	1.9 ①0.09 ②0.18			8.9 ①0.59 ②0.79	1.0 ①0.11 ②0.07	2.6 ①0.43 ②0.15	3.1 ①0.46 ②0.19	1.1 ①0.34 ②0.01		1.2 ①0.41 ②		4.3 ①0.53 ②0.3	5.9 ①0.48 ②0.49		
その他の植生	1.1 ①0.11 ②0.09				0.4 ①0.12 ②		2.2 ①0.17 ②0.19	0.5 ①0.16 ②	2.8 ①0.46 ②0.18	0.5 ① ②0.05	0.8 ①0.13 ②0.05	0.1 ① ②0.01	1.8 ①0.39 ②0.07	0.2 ①0.07 ②		1.5 ①0.3 ②0.07		
平均	2.1 ①0.36 ②0.11	0.4 ①0.14 ②	3.2 ①0.48 ②0.2	2.3 ①0.24 ②0.18	0.7 ①0.24 ②		6.2 ①0.73 ②0.44	2.3 ①0.44 ②0.11	2.7 ①0.41 ②0.18	2.3 ①0.48 ②0.09	1.6 ①0.16 ②0.12	1.5 ①0.35 ②0.05	1.9 ①0.39 ②0.08	3.9 ① ②0.43	3.0 ①0.42 ②0.19	1.8 ①0.24 ②0.12		

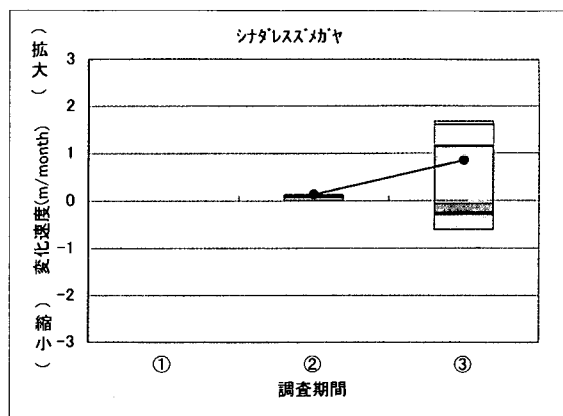
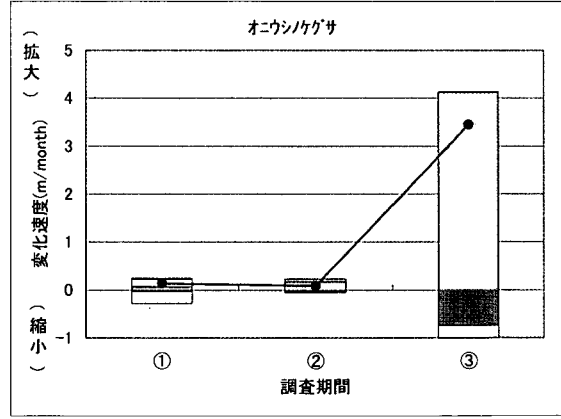
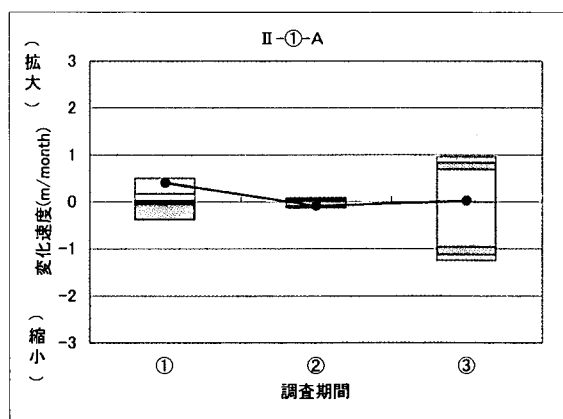
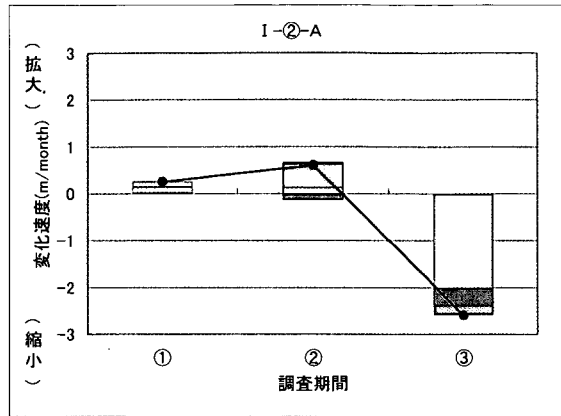
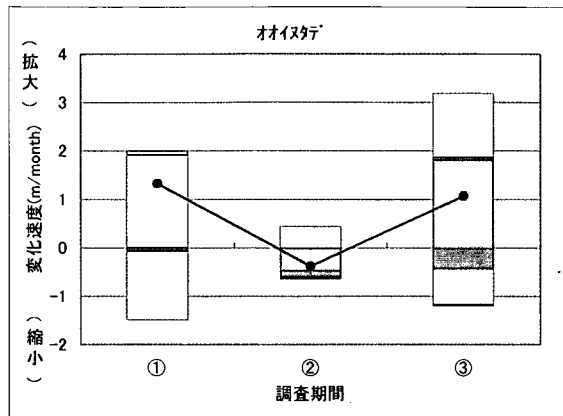
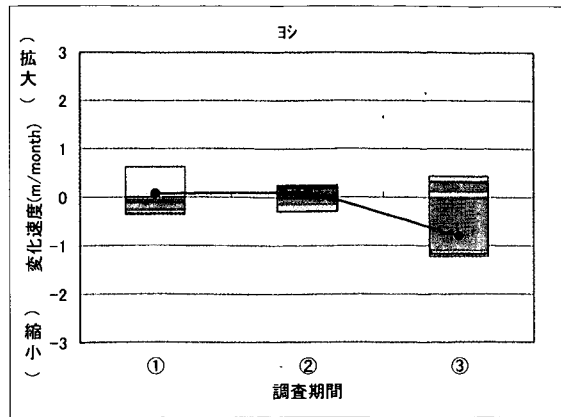
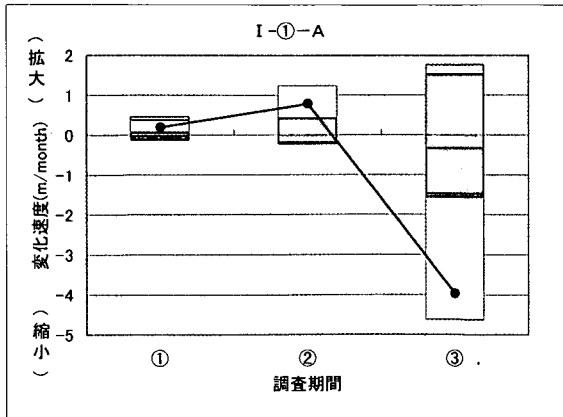
網掛け部分は、拡大面積または縮小面積が大きい変化を示す。

最上段：1年間の変化速度(m/year)

①：洪水後1年目の夏から秋にかけての変化速度(m/month)

②：洪水後1年目秋から2年目夏にかけての変化速度(m/month)

③：洪水後2年目の夏から秋にかけての変化速度(m/month)



棒グラフの凡例
棒グラフは平均拡大速度と平均縮小速度を表し、色の範囲は変化の割合を表す。色は変化する植生種を表す。

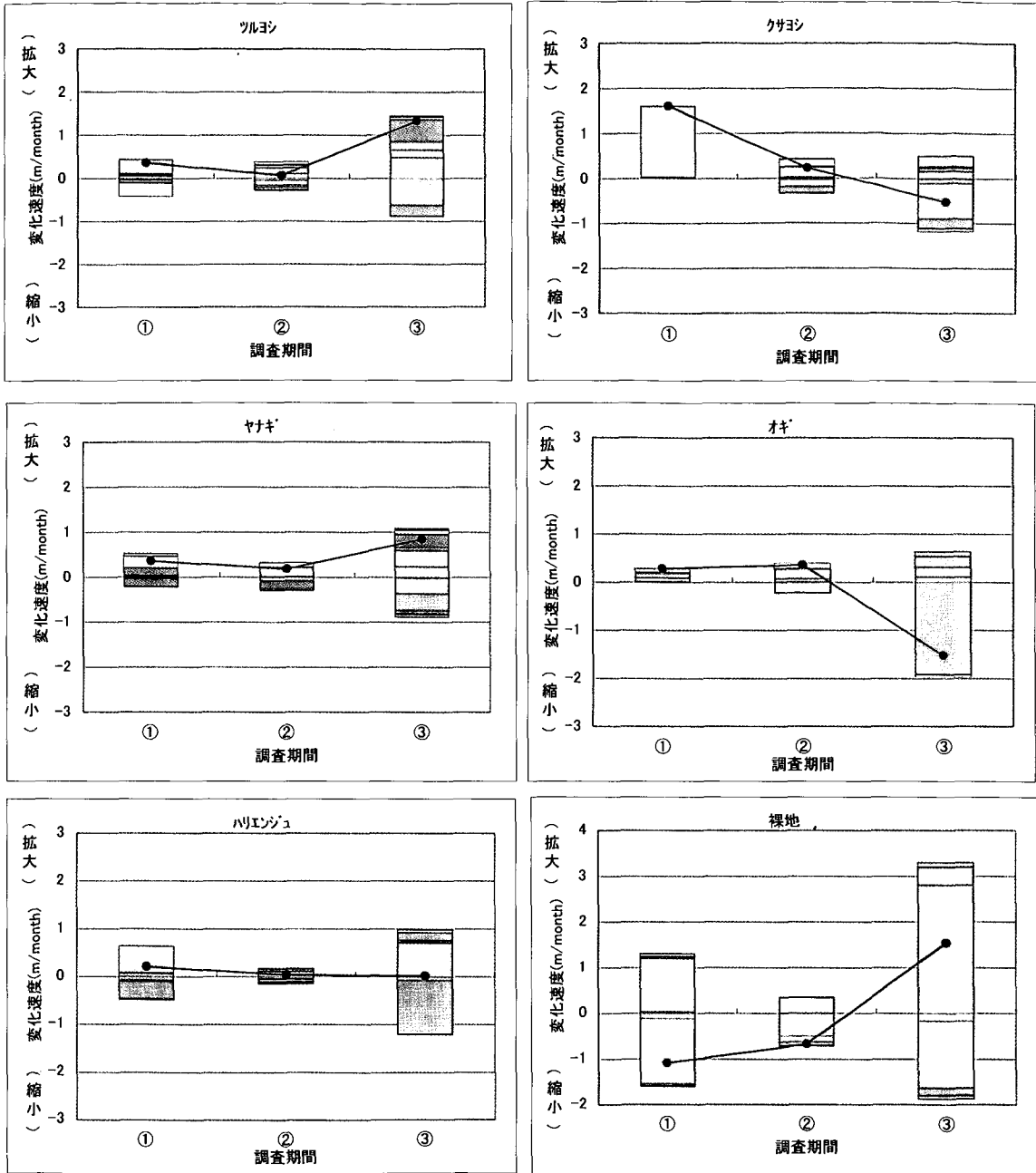
- その他
- 裸地
- タイプⅢ
- タイプⅡ-②-B
- タイプⅠ-①-B
- タイプAに属する植生

折線グラフの凡例
→ 変化速度

調査期間の凡例

- ①: 洪水後1年目の夏～秋の変化 (H12年1回目～H12年2回目調査)
- ②: 洪水後1年目秋～2年目夏の変化 (H12年2回目～H13年1回目調査)
- ③: 洪水後2年目の夏～秋の変化 (H13年1回目～H13年2回目)

図5-3-6(1) 調査期間毎の植物群落間の変化速度 (千曲川その1)



棒グラフの凡例
棒グラフは平均拡大速度と平均縮小速度を表し、色の範囲は変化の割合を表す。色は変化する植生種を表す。

- その他
- 裸地
- タイプⅢ
- タイプⅡ-②-B
- タイプⅠ-①-B
- タイプAに属する植生

折線グラフの凡例

— 変化速度

調査期間の凡例

- ①: 洪水後1年目の夏～秋の変化 (H12年1回目～H12年2回目調査)
- ②: 洪水後1年目秋～2年目夏の変化 (H12年2回目～H13年1回目調査)
- ③: 洪水後2年目の夏～秋の変化 (H13年1回目～H13年2回目)

図5-3-6(2) 調査期間毎の植物群落間の変化速度 (千曲川その2)

表 5-3-2 植物群落間の拡大・縮小速度の集計表 (千曲川)

		縮小速度														裸地	その他の 植生	平均
		I-①-A		I-①-B		I-②-A		II-①-A		II-②-A		II-②-B		III				
		I-①-A	クワヒキ	ヨシ	オオイタダ	I-②-A	II-①-A	オニウツク グサ	シナトリス トギヤ	フクヨシ	クサヨシ	ヤナギ	オキ	ハリエンジュ				
拡大 縮小 速度	I-①-A	I-①-A	0.6 ①0.27 ② ③	1.5 ① ②0.11 ③0.31	13.7 ①0.07 ② ③5.65	2.7 ①0.06 ②0.35 ③	0.5 ① ②0.07 ③	13.1 ①0.6 ②0.29 ③3.97	3.8 ① ②0.16 ③1.12	5.0 ①0.16 ②0.35 ③0.86	1.6 ① ②0.15 ③0.23	4.8 ①0.56 ②0.18 ③0.9	0.9 ① ② ③0.37	3.3 ①0.14 ②0.12 ③0.89	13.4 ①0.19 ② ③5.41	4.4 ①0.29 ②0.08 ③1.29	13.1 ①0.23 ②0.23 ③4.62	
		クワヒキ	0.5 ①0.19 ② ③		0.0 ①0.02 ② ③	0.0 ①0.02 ② ③					0.1 ①0.04 ② ③		0.5 ①0.19 ② ③	1.0 ① ②0.14 ③	0.2 ①0.07 ② ③	0.3 ①0.13 ② ③	1.2 ①0.07 ②0.14 ③	
	I-①-B	ヨシ	0.9 ①0.38 ② ③		0.9 ①0.38 ② ③					8.0 ①0.47 ②0.42 ③1.6	1.3 ①0.19 ②0.12 ③	4.7 ①0.54 ②0.14 ③1.01	3.2 ①0.21 ②0.37 ③	3.4 ①0.36 ② ③1.06	1.0 ①0.42 ② ③	2.7 ①0.34 ②0.11 ③0.45	6.0 ①0.37 ②0.3 ③1.23	
		オオイタダ	8.0 ①0.72 ②0.67 ③	2.2 ① ②0.3 ③		9.1 ① ②1.27 ③	2.1 ①0.55 ②0.11 ③		1.2 ① ②0.16 ③	6.3 ①0.33 ②0.48 ③0.84	3.9 ①0.27 ②0.45 ③	5.4 ① ②0.42 ③0.98	4.4 ①0.4 ②0.23 ③0.75	0.7 ①0.16 ②0.04 ③	10.2 ①1.68 ②0.38 ③1.42	4.1 ① ②0.19 ③1.13	11.1 ①1.49 ②0.64 ③1.21	
	I-②-A	I-②-A	7.2 ① ②0.06 ③2.83				3.6 ① ② ③1.49	15.3 ① ② ③6.36	4.0 ① ② ③1.65	6.1 ① ②0.47 ③1.98	2.2 ① ②0.03 ③0.84	2.8 ① ② ③1.15		2.7 ① ② ③1.11	0.8 ① ② ③0.33	1.8 ① ②0.04 ③0.62	7.1 ① ②0.13 ③2.58	
		II-①-A	0.5 ①0.21 ② ③			1.3 ① ②0.18 ③		4.9 ① ②0.03 ③1.94	0.5 ①0.21 ② ③				3.7 ①0.45 ②0.19 ③0.51		2.0 ① ②0.04 ③0.71	4.9 ①0.39 ②0.14 ③1.25		
	II-②-A	オニウツク グサ	0.1 ①0.05 ② ③	0.1 ①0.03 ② ③					0.4 ① ②0.05 ③	4.2 ① ② ③1.73		0.2 ①0.1 ② ③	1.3 ① ②0.18 ③		2.3 ①0.47 ② ③0.49	0.8 ①0.06 ②0.03 ③0.2	3.5 ①0.28 ②0.06 ③1	
		シナトリス トギヤ						0.3 ① ② ③0.14	0.8 ① ② ③0.34			2.3 ① ② ③0.94		0.4 ① ② ③0.15	0.3 ① ② ③0.14	4.9 ① ② ③2.05	1.5 ① ② ③0.62	
	II-②-B	フクヨシ		2.4 ① ②0.34 ③	0.5 ①0.22 ② ③	1.9 ①0.06 ②0.25 ③					1.9 ① ②0.27 ③	4.8 ①0.79 ②0.13 ③0.84	3.0 ① ②0.41 ③	6.0 ① ②0.47 ③1.09	1.1 ①0.46 ② ③	2.6 ① ②0.36 ③	5.3 ①0.42 ②0.3 ③0.9	
		クサヨシ		4.2 ① ②0.3 ③0.84	1.8 ① ② ③0.76				1.8 ① ② ③0.76	8.4 ① ②0.46 ③2.13		5.6 ① ②0.4 ③1.13	3.4 ① ②0.47 ③	3.8 ① ②0.22 ③0.93	2.3 ①0.11 ②0.14 ③	1.0 ①0.14 ② ③	5.4 ①0.23 ②0.35 ③1.18	
		ヤナギ	0.7 ①0.03 ② ③0.26	0.4 ①0.18 ② ③	1.4 ① ②0.2 ③	2.7 ①0.33 ② ③0.81	1.9 ① ②0.27 ③	0.0 ①0.02 ② ③		1.6 ① ②0.22 ③	7.2 ①0.5 ②0.31 ③1.56	3.9 ①0.29 ②0.76		6.8 ①0.33 ②0.43 ③1.14	1.2 ① ②0.16 ③	1.3 ①0.22 ② ③0.31	4.3 ①0.04 ②0.24 ③1.04	4.9 ①0.23 ②0.31 ③0.9
	III	オキ								4.1 ① ② ③1.71	1.2 ① ② ③0.5	6.9 ① ②0.23 ③2.2			1.8 ① ② ③0.77		6.4 ① ②0.23 ③1.97	
ハリエンジュ		0.5 ①0.22 ② ③	1.3 ① ②0.18 ③	0.7 ①0.3 ② ③	1.1 ① ②0.15 ③	3.5 ①0.35 ②0.11 ③0.76	2.5 ① ②0.09 ③0.78	6.3 ①0.39 ②0.3 ③1.33	1.2 ① ②0.17 ③	2.2 ①0.7 ② ③0.22	0.9 ① ②0.12 ③			2.7 ①0.22 ②0.3 ③	2.2 ①0.42 ②0.16 ③	5.3 ①0.5 ②0.16 ③1.22		
裸地	裸地	12.9 ①0.5 ②1.62 ③	0.2 ①0.09 ② ③	1.0 ① ②0.14 ③	14.6 ①2.58 ②0.44 ③2.18	2.1 ①0.35 ②0.17 ③	1.4 ①0.57 ② ③	0.7 ①0.2 ②0.03 ③	6.9 ① ②0.13 ③1.12	4.9 ①0.3 ②0.26 ③	4.0 ① ②0.56 ③0.67	4.3 ①0.39 ②0.25 ③0.67	3.6 ①0.13 ②0.45 ③	4.6 ①0.15 ②0.18 ③1.24	7.7 ①0.86 ②0.13 ③1.95	13.6 ①1.61 ②0.72 ③1.88		
	その他の植生	3.7 ①0.88 ② ③0.66	0.1 ①0.04 ② ③	4.3 ①0.63 ②0.28 ③0.31	2.0 ①0.84 ② ③	2.4 ①1.01 ② ③	2.1 ①0.51 ② ③0.38	3.9 ①0.23 ②0.43 ③0.09	2.0 ① ② ③0.82	7.8 ①1.46 ②0.49 ③1.79	9.0 ①1.75 ②0.14 ③0.52	6.6 ①1.75 ②0.14 ③0.59	1.7 ①0.3 ② ③0.42	3.9 ①0.74 ②0.05 ③0.74	3.9 ①1.31 ②0.36 ③0.71	5.8 ①0.89 ②0.3 ③0.64		
平均	14.3 ①0.46 ②1.24 ③1.77	0.3 ①0.11 ② ③	4.4 ①0.63 ②0.26 ③0.44	15.6 ①2.01 ②0.44 ③3.19	5.4 ①0.26 ②0.67 ③	4.2 ①0.52 ②0.09 ③0.96	12.3 ①0.26 ②0.24 ③4.14	5.0 ① ②0.14 ③1.68	7.3 ①0.44 ②0.38 ③1.47	8.2 ①1.61 ②0.32 ③0.5	6.2 ①0.52 ②0.32 ③1.09	5.1 ①0.29 ②0.4 ③0.64	5.2 ①0.65 ②0.17 ③1	13.7 ①1.31 ②0.36 ③3.3	4.8 ①0.28 ②0.14 ③1.29			

網掛け部分は、拡大面積または縮小面積が大きい変化を示す。

最上段：1年間の変化速度(m/year)

①：洪水後1年目の夏から秋にかけての変化速度(m/month)

②：洪水後1年目秋から2年目夏にかけての変化速度(m/month)

③：洪水後2年目の夏から秋にかけての変化速度(m/month)

5.3.5 まとめ

以上の考察より、まず多摩川と千曲川における各植物群落の変化速度の特性は、次のように整理できる。河原に繁茂する植生（タイプⅠ-①-A、タイプⅠ-②-A、タイプⅠ-①-B）は、拡大速度や縮小速度が大きく、群落範囲や繁茂場所を大きく変化している。またそれらの速度は、夏から秋にかけての変動が大きく、秋から翌年の夏にかけての変動が小さくなっている。密に繁茂する植生（タイプⅡ-②-A、タイプⅡ-②-B）は、河原に繁茂する植物に比べると、拡大速度は小さいが、他の植生によって縮小される速度がより小さいため、その差による変化速度は拡大傾向にある。土層に繁茂する植生（タイプⅢ）は、他の植生によって群落を縮小されることが少なく、変化速度は拡大傾向にある。しかしその拡大速度は、他の草本類の速度に比べると小さい。

次に、隣り合う植物群落間の変化に着目して拡大速度・縮小速度を整理した結果、主に“裸地←河原に繁茂する植物←密に繁茂する植物←土層に繁茂する植物”の方向に植生が侵入して、群落形成範囲を変化していることがわかる。この変化は、図4-4-1に示す裸地から樹林地への変化プロセスにおける遷移状況と一致している。この主要な植生変化における拡大・縮小速度を詳細に見ると次のようなことが言える。河原に繁茂する植生は、他の植生や裸地との間で形成範囲を競争しており、多摩川では4.0~9.0(m/year)の速度で、千曲川では10(m/year)以上の速度で拡大している。しかしこのタイプの植生は、他の植生によって拡大速度以上の速度で侵入されているため形成範囲が縮小傾向にある。また、密に繁茂する植生は、多摩川と千曲川ともに河原に繁茂する植生や裸地に、概ね1.0~4.0(m/year)の速度で拡大している。さらに土層に繁茂する植生は、タイプⅡ-②-BとタイプⅠ-①-Bなどの堆砂能力の優れた植物のみに0~2.0(m/year)程度の速度で拡大している（ただし、多摩川におけるオギのデータを除けば拡大速度は0~1.0(m/year)程度である）。このように、河原に繁茂する植生は、個々の植生について見た場合には変化速度が大きいが、同様の植生同士で形成範囲を競争しているため、河原に繁茂する植生という大きなグループで見た場合には変化速度が小さい。これに対して密に繁茂する植生や土層に繁茂する植生は、河原に繁茂する植物に比べると、個々の植生同士の変化速度は小さいが、他の植生や裸地に侵入して着実に群落形成範囲を拡大している。ただし、土層に繁茂する植生の拡大速度は、密に繁茂するよりもさらに小さい。

以上の検討より、個々の植物群落の変化速度をある程度定量的に把握することができた。ただし、植物群落の範囲を正確に予測する上では、図5-3-4および5-3-5を見ればわかるように植物群落の変化速度のバラツキが大きいため、平均的な変化速度だけでは十分でない可能性がある。また、上記で述べたようにハリエンジュ群落などの拡大速度については、群落範囲が見かけ上草本群落の成長具合によって左右されてしまう可能性が高いためもう少し長期間のデータの蓄積が必要である。これらの点については、植生動態の予測モデルの開発と合わせて今後データを蓄積しさらに検討をしていく必要がある。