

# 河床堆積物中に含まれる植物種子と堆積物粒子の沈降速度との関係

## 要旨

1. はじめに
2. 河床に生育する植物の種子の沈降特性
  2. 1 方法
  2. 2 結果
  2. 3 考察
3. 河床堆積物中に含まれる種子の検出
  3. 1 方法
  3. 2 結果
  3. 3 考察
4. 表層堆積物の粒径と実生の種組成
  4. 1 方法
  4. 2 結果
  4. 3 考察
5. まとめ
  5. 1 河床植物群落の種組成と種子沈降速度との関係
  5. 2 河川の土砂管理と植生管理

## 要旨

河川流域を「流砂系」ととらえた土砂管理の推進にあたって、土砂を流すことによる河床堆積物の変化が、河床植生にどのような変化を及ぼすのかを予測するため、土砂による植物種子の運搬・堆積の実態を明らかにすることが重要である。本研究では、多摩川中流域の河床堆積地を対象に、堆積物中に含まれる種子を調べることによって、それが河床の植物群落の形成にどのような影響を与えているかを明らかにすることを目的とした。

河床の植物群落の主要構成種について種子の沈降速度を測定し、土砂粒子の沈降速度との比較をおこなった結果、種子には浮遊性のもものと沈降性のもものがあり、沈降性種子の多くは直径0.02~0.2mmの細砂と同程度の沈降速度をもつことが明らかになった(2章)。次に、新しく供給された堆積物の中に含まれている植物の種子を発芽実験によって検出したところ、土砂やデブリの試料から多くの発芽がみられ、実際に堆積物とともに種子が供給されていることが確認できた。また、土砂とデブリでは発芽する種が異なっており、土砂では細砂の量が多いほど発芽個体数が多かった(3章)。さらに、新しく供給された堆積物から発芽した植物の実生を野外で調査した結果、堆積物の粒径に応じて分布個体数に違いがある種のあることが認められ、それは種子の沈降速度の大小と関係していた(4章)。これらの結果から、河床には堆積物とともに多くの植物種子が供給されており、しかもそれは堆積物粒子とともにある程度ふるいわけされて堆積していることが明らかになった。したがって、河床の新しい堆積裸地に成立する植物群落の種組成には、堆積物とともに供給される種子が大きな役割を果たしており、土砂管理方法の転換による河床堆積物の質的变化は、河床の植物群落に変化をもたらすと考えられた。

## 1. はじめに

全国的にダムや砂防堰堤の堆砂量が限界に近づいている箇所が増加し、その処理の必要性が生じている。一方で、これらの河川構造物が土砂の移動を遮断することによって河床低下や海岸侵食といった問題が生じている。こうした問題の解決のため、これまで山地・河川・海岸など個別におこなわれてきた土砂管理のあり方が見直され、河川流域をひとつの「流砂系」としてとらえ、堆積した土砂を侵食傾向にある河道や海岸に活用する管理システムへの転換がはかられている<sup>1)</sup>。当面の施策として、これまでの土砂を止める管理から、「土砂を流す管理」への転換が推進されているが、ダムや砂防堰堤に貯留されていた土砂が排出されることによって、河川生態系にさまざまな変化が生じることが予想される。なかでも河床堆積物の質的な変化は、河床に成立する植物群落に直接的な影響を与えるであろう。

河川敷には、増水による冠水の頻度や破壊作用の規模によって、さまざまな植物群落が成立している。特に毎年のように増水の影響を受ける低水敷の河原では、一年生植物を主体とする先駆的な植物群落が形成と消失を繰り返している。こうした先駆的な植物群落は、増水によってもたらされる新しい堆積物上に成立し、短期間に開花結実を終える。そして、次の群落が形成されるには、再び新しい堆積地に種子が供給されることが必要である。そのため、土砂とともに供給される種子は、このような河床の植物群落の形成に大きく寄与していると予想される。

また、河床の植物群落は表層堆積物の粒径に応じて異なる構成種をもっている。たとえば、本研究の対象地である多摩川中流の河床では、本流の水際に近い場所にカワヂシャ・カズノコグサ群集やヤナギタデ・オオクサキビ群集、砂州上の微高地にコセンダングサ・アキノエノコログサ群集が成立する<sup>2) 3)</sup>。これらの分布立地の違いは水分条件とも対応しているが、もともと堆積物中に含まれていた種子の組成の違いも一因として考えられる。河床堆積物の粒子は流速によってふるい分けられ、高い分級性をもって堆積することが多いが、このとき植物の種子も同時にふるい分けられている可能性があるからである。しかし、堆積物の粒径とそこに含まれる種子の関係について実際に確かめた研究例はほとんどない。そこで本研究では、多摩川中流域の河床堆積地を対象に、堆積物中に含まれる種子を調べることによって、それが河床の植物群落の形成にどのような影響を与えているかを明らかにすることを目的とした。

本研究の構成は以下のとおりである。まず、河床の植物群落の主要構成種について種子の沈降速度を測定し、土砂粒子の沈降速度との比較をおこなった(2章)。次に、新しく供給された堆積物の中に実際に含まれている植物の種子を発芽実験によって検出した(3章)。さらに、新しく供給された堆積物から発芽した植物の実生を調査し、発芽実験により出現した種と比較した(4章)。これらの結果から、河床堆積物に含まれている植物種子が、群落の形成にどの程度寄与しているのか、また堆積物の種類によって供給される種子に違いがあるのかを検討した。本研究の成果は、土砂管理

方法の転換による河床堆積物の状態の変化が、河床の植物群落にどのような変化をもたらすかを予測するための重要な情報となるであろう。

## 2. 河床に生育する植物の種子の沈降特性

### 2. 1 方法

多摩川河床の新しい堆積物上に形成される植物群落の構成種のうち、代表的な植物の種子を採取し、種子の重量、浮遊・沈降性、沈降速度を測定した。対象とした植物は、春から初夏に水際に発達する群落（カワヂシャ・カズノコグサ群集）と、盛夏から秋に砂州上に発達する群落（コセンダングサ・アキノエノコグサ群集）の構成種とした。

春～初夏の植物群落の構成種については5月～7月、盛夏～秋の植物群落の構成種については9月～11月に種子の採取をおこなった。春季に31種、秋季に27種の計58種の種子を採取した（表2・1）。重量や沈降速度の測定は、散布体となる種子または果実を単位としておこなったが、冠毛をとまなうキク科の果実、小花の花穎をとまなうイネ科の果実、花被に覆われたタデ科の果実など、付属物をともなって散布される場合は、それらを含む全体を散布体とみなして測定した。なお、本稿では果実や、付属物をともなって散布されるものも含めて、便宜的に「種子」とよぶ。

#### 2. 1. 1 重量

電子天秤（島津製作所 AUW-220D）をもちいて、100粒あたり（一部、重量の大きなものは10粒あたり）の種子重を測定した。測定は5回反復おこない、平均値を種子重としてもちいた。また、測定に十分な個数が採取できなかった種については、中山ほか（2000）<sup>4)</sup>の測定値をもちいた。

#### 2. 1. 2 浮遊・沈降性

水を満たした20mlの秤量瓶に種子20粒を入れて、蓋をして5秒間攪拌し、沈降した種子数を計数した。さらに24時間静置した後の沈降種子数を計数した。測定は5回反復おこない、平均値を沈降数とした。

#### 2. 1. 3 沈降速度

上記の実験で24時間後までに沈降した種子をもちいて、沈降速度を測定した。水を入れたメスシリンダー中で深さ10cmまでの沈降時間をストップウォッチで計測し、沈降速度（cm/s）を求めた。測定は5粒についておこない、平均値を沈降速度とした。なお、沈降した種子がなかった種は、沈降速度の測定はおこなわなかった。

## 2. 2 結果

### 2. 2. 1 重量

種子100粒あたりの重量は、最大で3768mg、最小で2.00mgと種によってさまざまであった（表

2・2)。種子が大きな種としては、オオブタクサ (3768mg)、ヤハズエンドウ (1882mg)、ミゾソバ (752mg)、ツメクサ (732mg) などがあげられる。一方、種子が小さな種としては、ツメクサ (2.00mg)、カワヂシャ (2.02mg)、オオカワヂシャ (2.56mg)、オランダミミナグサ (3.28mg)、ムシクサ (3.77mg) などがあつた。重量の頻度分布をみると、100 粒あたり 50mg 以下の種子が 39 種と最も多く、全体の 67.2%を占めていた (図 2・1)。さらにこのうち 19 種は 10mg 以下であり、重量が小さい種子をもつ種の割合が高いことがわかつた。

## 2. 2. 2 浮遊性・沈降性

採取した 58 種の種子は、浮遊・沈降性によって 4 つのグループに分けられた (表 2・2、図 2・2)。第一は、水中に入れて攪拌してもほとんど沈まず、24 時間たつても 20%未満の種子しか沈まないもので、これを浮遊性種子とした。浮遊性種子には、スカシタゴボウ、アメリカセンダングサなど 8 種が含まれた。第二は、水中に入れて攪拌してもほとんど沈まないが、24 時間経過すると半数程度 (40~60%) の種子が沈むもので、これを半浮遊性種子とした。半沈降性種子には、アキノノゲシ、ヒメムカシヨモギなど 4 種が含まれた。第三は、水に入れて攪拌した直後の沈降数は少ないものの、24 時間後には 80%以上の種子が沈むもので、これを吸水沈降性種子とした。吸水沈降性種子には、セイタカアワダチソウ、コマツヨイグサなど 17 種が含まれた。第四は、水中で攪拌した直後に半数以上の種子が沈み、24 時間後には 90%以上の種子が沈むもので、これを沈降性種子とした。沈降性種子には、オオイヌタデ、キュウリグサ、アキノエノコログサなど 29 種が含まれた。58 種中 46 種 (79.3%) が沈降性または吸水沈降性であり、河床堆積地に生育する植物の種子は、水に沈むものが多いことがわかつた。

浮遊・沈降性の区分と、100 粒あたり種子重量の間には、特に関係性は認められなかつた (図 2・3)。100 粒あたりの種子重の平均値は、浮遊性種子で 195.5mg、半浮遊性種子で 25.4mg、吸水沈降性種子で 88.2mg\*、沈降性種子で 75.6mg\*となり、単純に重いほうが沈みやすいという傾向はみられない (\*突出して大きいオオブタクサ、ヤハズエンドウは除く)。重量が 5mg 未満のツメクサ、カワヂシャ、オオカワヂシャ、オランダミミナグサ、ムシクサはいずれも沈降性種子であつた。

これに対して、種子を小堅果状または顆粒状のものと、冠毛や花穎・花被など付属物をともなうものに分けてみると、浮遊性・沈降性との間に密接な関係がみられた (表 2・3)。浮遊性種子、半浮遊性種子、吸水沈降性種子では、瘦果や付属物をともなう種子が多いのに対して、沈降性種子では小堅果状または顆粒状の種子が圧倒的に多かつた。このことは、種子の浮遊性・沈降性が、重量よりも種子の形態的特性に関係していることを示している。

また、浮遊性・沈降性は種子を採取した時期によつても異なつていた (表 2・4)。春季に採取した種子では、31 種中 23 種が沈降性で、浮遊性は 1 種しかなかつたのに対し、秋に採取した種子では、27 種中 11 種が浮遊性または半浮遊性で、沈降性は 6 種しかなかつた。このように河床に生育する植物のうち、沈降性の種子をもつものは、春季に開花・結実するものが多いことがわかつた。

### 2. 2. 3 沈降速度

水中で沈降した種子 54 種について、その沈降速度を測定した (表 2・2)。最も沈降速度が大きかったのはヤハズエンドウ (14.45 cm/s) で、ついでツユクサ (8.29cm/s)、オオブタクサ (5.02 cm/s)、ヤエムグラ (4.94 cm/s) の順であった。沈降速度が小さかったのは、ヒメムカシヨモギ (0.29 cm/s)、オオアレチノギク (0.32 cm/s)、ノゲシ (0.55 cm/s) など冠毛をもつ瘦果や、カワヂシャ (0.54 cm/s)、ムシクサ (0.59 cm/s) など小型の顆粒状の種子であった。

沈降速度の頻度分布をみると、54 種中 92.6%にあたる 50 種が 4 cm/s 以下の範囲に含まれていた (図 2・4)。特に冠毛をもつもの (アキノノゲシ、ヒメムカシヨモギ、ヨモギなど半浮遊性種子も含む) はすべて沈降速度 1 cm/s 以下であった。これらの種では、種子の重量が軽いことに加えて、冠毛をもつことによる抵抗の大きさが、沈みにくさに関与していることが示唆された。一方、沈降速度 1~2 cm/s の範囲では、顆粒状または小堅果状の種子をもつものが大半を占めていた。

また、種子重と沈降速度の関係をみると、沈降速度は種子重の対数に対して直線的に大きくなっていった (図 2・3)。浮遊するか沈降するかに関しては、種子の重量は関係がなかったが、沈降する種子の中では、重いものほど早く沈降する傾向が強いことがわかった。

次に、実測した種子の沈降速度と、鶴見 (1932)<sup>5)</sup> の式によって算出した土砂粒子の沈降速度との対応関係を調べた (図 2・6)。その結果、大半の種子の沈降速度は、土壌の粒径区分で細砂 (0.02 mm <  $\phi$  < 0.2 mm) に相当する、粒径 0.05~0.2 mm の範囲に含まれることがわかった。粒径 0.2 mm より大きい粒子 (粗砂) に相当する沈降速度をもつのは 6 種のみで、最大のヤハズエンドウでは粒径 0.8 mm 程度の粒子に相当していた。また、最も沈降速度が遅いヒメムカシヨモギは、細砂の下限よりわずかに小さい粒子に相当していた。

## 2. 3 考察

種子の浮遊性・沈降性は、種子の重量よりも形態的な特性に関係していた。冠毛、花穎、花被といった付属物をとまなうものは浮きやすく、これらの付属物が浮力を高める役割を果たしていることがわかる。種子が高い浮力をもつことは、水散布をおこなううえで重要な特性であり、水田雑草となっているタカサブロウやアメリカセンダングサのように、水湿地に生育する植物は、種子が水に浮きやすい構造をもっていることが指摘されている<sup>5) 6)</sup>。

ところが、河床に先駆的に成立する植物群落の構成種の多くは、沈降性の種子をもつ種であることが明らかになった。24 時間水に浸しても沈降しないのは、冠毛や刺のついた軽い瘦果をもつキク科の種子など一部にすぎず、多くの種子は 24 時間吸水すれば沈降する特性をもっていた。このことから、河床に生育する植物の多くは、水に浮いた状態で散布されているわけではなく、土砂に混入した状態で運搬されているものが多いといえる。また、沈降性種子の多くが細砂 (0.02 mm <  $\phi$  < 0.2 mm) に相当する沈降速度をもつため、この範囲の粒径の堆積物に特に多くの種子が含まれてい

る可能性が高い。一方で粗砂 ( $0.2\text{ mm} < \phi < 2\text{ mm}$ ) に相当する沈降速度をもつ種子は少なかった。河床では一般に堆積物の細かい場所で植被が密であり、堆積物が粗い場所では植被がまばらであるが、こうした植被の多寡には、堆積物の水分保持力のほかに、もともと堆積物中に含まれていた種子の量にも関係していると考えられる。

### 3. 河床堆積物中に含まれる種子の検出

#### 3. 1 方法

河床堆積物には実際にどのような種子が含まれているのかを知るため、堆積物を採取して、実生発生法によってその中に含まれる種子を検出した。2005年3月17日から19日にかけて、福生市の睦橋下流左岸と府中市の関戸橋下流左岸において、前年秋の増水時に供給されたと判断できる堆積物から各5試料を採取した。また、羽村市の羽村大橋下流に残置されている小作堰の浚渫土砂からも5試料を採取した(表3・1、写真3・1～3・3)。試料の採取にあたっては、堆積後に風散布などによって侵入した種子の混入を避けるため、表層1cm程度を取り除き、深さ約5cmまでの堆積物を採取した。

採取した計15試料は径5mmの篩でふるいわけをおこない、粒径5mm以下のもの1200mlずつを、バーミキュライトを敷いた育苗箱に厚さ1.5cmで撒きだした。また、対照実験として、地点ごとに混合して105°Cで25時間乾燥し、含まれる種子を死滅させた試料を同様に撒きだした。各試料の一部をもちいて、標準組篩によるふるい分けとピペット法<sup>8)</sup>によって、粒径分布を求めた。粒径区分は、0.2～2mm(粗砂)、0.02～0.2mm(細砂)、0.002～0.02mm(シルト)、<0.002mm(粘土)とした。

また、土砂堆積物との比較のため、睦橋下流左岸で採取したデブリ(有機堆積物)についても発芽実験をおこなった。水際に堆積していたデブリ、および砂州上の立木に捕捉されていたデブリをそれぞれ3試料、約1200ccずつ採取した(表3・1、写真3・3)。これらを土砂堆積物の試料と同時にバーミキュライト上に撒きだした。

発芽実験は府中市の東京農工大学の圃場でおこなった。メッシュサイズ1mmの寒冷紗を全面被覆したハウス内に育苗箱を設置し、さらにそれぞれの育苗箱にも寒冷紗をかぶせて外部からの種子の混入を防止した。3月21日に実験を開始し、以後6月末まで、7日に1回の頻度で発芽した実生を記録した。

#### 3. 2 結果

##### 3. 2. 1 土砂堆積物の試料からの種子発芽

土砂堆積物の15試料からは、同定不能のものを除いて43種の発芽が確認できた(表3・2)。

試料ごとの発芽種数は最も少ないMT3で2種、最も多いSK2で20種であった。また、長期間水中にあった浚渫土砂からも5種の植物の発芽がみられた。1試料あたりの平均発芽数は、睦橋(MT1~5)の試料で12.0個体、関戸橋(SK1~5)の試料で13.0個体、浚渫土砂(HM1~5)で2.0個体であった。このことから、河床に堆積した土砂中には、さまざまな植物の種子が含まれていることが明らかになった。

出現頻度が高かったのは、15試料中11試料から発芽したオニタビラコ、7試料から発芽したメヒシバ、オオイヌタデなどであった。また、アキメヒシバ、オニタビラコ、メヒシバ、ヨモギ、オオイヌタデは合計10個体以上の発芽がみられた。

発芽実験にもちいた試料の粒径分布を表3・3に示す。いずれの試料も直径0.02mm以上の細砂・粗砂が重量%で90%以上を占めていた。MTの試料では、直径0.02~0.2mmの細砂が60%を超える試料(MT1、2、5)で発芽個体数が多い傾向があった。SKの試料でも細砂が20%以上の試料(SK1、2)で発芽個体数が顕著に多かった。このことから、細砂(0.02~0.2mm)の分画が多い堆積物中に、より多くの種子が含まれていることがわかった。このことは、種子の沈降速度は細砂に相当するものが多いという、前章の結果とも一致する。

### 3. 2. 2 デブリの試料からの種子発芽

デブリの6試料からは、同定不能のものを除いて合計46種402個体もの発芽がみられた(表3・4)。試料ごとの発芽種数は7種から28種であった。1試料あたりの平均発芽数は、水際のデブリ(W1~3)で平均109.3個体、立木に捕捉されたデブリ(T1~3)で平均24.7個体と、土砂の試料に比べて著しく多かった。

水際のデブリでは、オオイヌタデが最も多く104個体で、全体の31.7%を占めていた。ついでアメリカセンダングサ58個体(17.7%)、ヨモギ20個体(6.1%)、メヒシバ19個体(5.8%)の順に多く発芽した。

一方、立木に捕捉されたデブリからは、オニタビラコが最も多く発芽し、全体の13.5%にあたる10個体を占めた。ついでヨモギ8個体(5.9%)、アメリカセンダングサ7個体(9.5%)となっていた。水際のデブリから多く発芽したオオイヌタデは、立木のデブリからはまったく発芽しなかった。

### 3. 2. 3 土砂とデブリに含まれる種子の違い

土砂の試料とデブリの試料から発芽した植物には違いがみられた(表3・5)。ヨモギ、メヒシバ、オニタビラコ、メマツヨイグサなど8種は、すべての試料から発芽した。しかし、コゴメガヤツリ、メリケンガヤツリ、シロザなど22種は土砂の試料からのみ発芽した。一方、アメリカセンダングサ、メガルカヤ、ギシギシspなど27種は土砂の試料からは発芽せず、デブリの試料からのみ発芽した。さらにこのうち、コセンダングサ、ネズミムギ、タニソバなど12種は、水際のデブリのみから、ヒメツルソバ、コニシキソウ、ヒメクグなど10種は立木のデブリのみから発芽した。また、



水際のデブリからは、オオイヌタデ、アキメヒシバ、ケアリタソウ、ヒロハホウキギク、ヤナギタデなど、土砂の試料と共通する種も 10 種発芽した。このように、土砂とデブリの間だけでなく、デブリの試料でも、水際に堆積したものと立木に捕捉されたものでは、含まれる種子が異なっていることが明らかになった。

### 3. 3 考察

発芽実験の結果から、河床に堆積した土砂やデブリの中には、多量の植物種子が含まれていることが明らかになった。新しい堆積物上での先駆的な植物群落の成立には、こうした堆積物中の種子が大きな役割を果たしているものと考えられる。また、堆積物中に含まれる種子の組成には土砂とデブリで大きな違いがあったことから、堆積物の種類も成立する植物群落に大きく影響すると考えられた。

土砂とデブリそれぞれに偏って出現した種の種子特性については、デブリのみから発芽した種で、種子の沈降速度を測定したものが少なかったため、沈降速度との関係は明らかでない。しかし、種子の形状からは若干の傾向が読み取れる。土砂のみから発芽した種の形状をみると、シロザ、ドクダミ、イヌガラシなど 22 種中 11 種は、顆粒状または小堅果状の種子をもつものであった。一方、デブリのみから発芽した種では、顆粒状または小堅果状の種子をもつのはコナスビ、ツメクサ、ムシクサ、ヨウシュヤマゴボウの 4 種のみで、他の 20 種は冠毛、花被、花穎など何らかの付属物をともなう種子であった。特に水際の発芽数の多かったアメリカセンダングサは、浮遊性であるほか、瘦果にとげをもち、デブリにひっかかりやすい形質をもっている。同じく水際のデブリからの発芽数が多かったオオイヌタデは、イカリ型をした花被の脈が種子についたまま残り、他のものに付着するときに有効に働くことが指摘されている<sup>9)</sup>。また、立木のデブリにはオニグルミやネムノキといった樹木の種子が含まれていた。オニグルミやネムノキの果実(さや)は草本の種子に比べて突出して大きい。サイズが大きいこともデブリ中に混入しやすい原因となっていると考えられる。

以上のように、土砂中には土砂粒子と同じような形状をもつ種子が多く含まれ、デブリ中には大型でデブリに付着しやすい種子が多く含まれる傾向があるといえる。どちらに多く含まれるかについては、沈降速度以前に種子の形状が強く関係していると考えられた。

## 4. 表層堆積物の粒径と実生の種組成

### 4. 1 方法

河床堆積地における群落形成の初期状態を知るため、2005 年 4 月から 5 月にかけて、2004 年秋の増水で新しくできた河床の堆積裸地に発生した植物の実生を調査した。府中市是政橋付近(16 地点)、同関戸橋付近(17 地点)、福生市睦橋付近(16 地点)の計 49 地点において、1 m × 1 m の調

査区を設置し、その中に生育する実生の個体数を2の2乗スケール ( $1 (2^0)$ 、 $\leq 2 (2^1)$ 、 $\leq 4 (2^2)$ 、 $\leq 8 (2^3)$ 、 $\leq 16 (2^4)$ 、 $\leq 32 (2^5)$  ...) で記録した(写真4・1)。指数に1を加えた値を、個体数の階級値としてもちいた。

各調査区の地表面における堆積物の粒子を線格子法<sup>10)</sup>によって50個サンプリングし、粒径を2の2乗mmスケールで記録した(図4・1)。この測定値から粒径加積曲線を作成し、粒径分布のパターンから調査区を分類した。また、線格子法で測定できない粒径2mm以下の粒子については、49地点中45地点から試料を採取し、発芽実験の試料と同様に、ふるい分けとピペット法により粒径分布を求めた。

## 4. 2 結果

### 4. 2. 1 堆積物の粒径分布

表層堆積物の粒径は、粒径加積曲線のパターンから大きく3タイプに区分できた(図4・2)。図4・2Aは、2mm以下の粒子が半数以上を占める砂卓越型のタイプである。これは、礫の上に細粒の砂が薄く堆積したもので、表面に露出している礫のサイズの違いにより、最大粒径は4mmから256mmまで幅があった。このタイプに属する調査区は流路の水際に位置するものがほとんどで、増水後の減水期に浮遊物質が沈積したものと考えられる。図4・2Bは、粒径4mmから32mmまでの細礫ないし小礫が卓越するタイプである。礫間を充填する2mm以下の砂が少なく、粒径のそろった河原の状態を示す。このタイプに属する調査区は砂州上の流路から比高がある部分に位置するものが多く、増水時の流速の早い流れの中で堆積したものと考えられる。図4・2Cは、32mmから128mmの粒子が半数程度を占める中礫卓越型のタイプである。このタイプに属する調査区は流路の水際またはやや離れた場所に位置することが多く、砂州自体が形成されるような土石流状混合流動による堆積物と考えられる。

礫間を満たす粒径2mm以下の粒子について粒径分析をおこなった結果、図4・3のような結果が得られた。多くの試料では0.02mm以下のシルトおよび粘土の重量%は10%未満で、粗砂(0.2~2mm)または細砂(0.02~0.2mm)が主体であった。粗砂と細砂の割合は試料ごとに違いが大きく、ほとんど粗砂からなる調査区から、約90%が細砂である調査区までさまざまであった。また、2mm以下の粒子分画内での粒径分布と、線格子法で得られた2mm以下の粒子の割合との間には関係性は認められなかった。

### 4. 2. 2 出現種と表層堆積物粒径の関係

全調査区に出現した実生の総種数は110種におよんだ。このうち5地点以上に出現した種を表4・1に示す。特に出現頻度が高かった種は、オオイヌタデ、ネズミムギ、ヨモギ、タネツケバナ、カワヂシャ、ヤナギタデ、オオカワヂシャ、ウシハコベ、ギシギシ spp. (ギシギシとナガバギシギシ)、ノミノツヅリなどであった。出現頻度が高い種は、ヨモギやギシギシ spp.を除いてほとんど

が冬型または夏型一年生草本であった。また、河床堆積地を主な生育地とする植物はカワヂシャ、オオカワヂシャ、ヤナギタデ、オランダガラシなどわずかであり、大半は畑地または荒地の雑草として生育する植物であった。

種ごとの出現頻度は、粒径加積曲線（図4・2）に示される表層堆積物の粒径分布によって異なっていた（表4・1）。オオイヌタデ、ネズミムギ、ヨモギ、タネツケバナ、ヤナギタデなどは、粒径にかかわらず出現頻度が大きかったが、以下の9種については、粒径によって出現頻度が均等でなかった（Fisherの正確確率検定、 $p < 0.05$ ）。カワヂシャとオオカワヂシャは砂卓越型（ $\phi < 2\text{mm}$ ）と中礫卓越型（ $32\text{mm} < \phi$ ）に偏って出現する傾向が認められた。ムシクサ、スカシタゴボウ、ツメクサの3種は砂卓越型に偏って出現していた。また、細礫卓越型（ $2\text{mm} < \phi < 32\text{mm}$ ）ではナガミヒナゲシ、オオブタクサ、ミミナグサ、ヤエムグラの出現頻度が高かった。中礫卓越型（ $32\text{mm} < \phi$ ）のみに偏って出現する種はみられなかった。

種ごとの実生個体数にも、表層堆積物の粒径による違いがみられた（表4・2）。オオカワヂシャ、カワヂシャ、ムシクサ、スカシタゴボウ、ツメクサの5種は、細礫卓越型と中礫卓越型の一方または両方に対して、砂卓越型で有意に個体数階級値が大きかった。ウシハコベ、コハコベ、ナガミヒナゲシ、ミミナグサの4種は、砂卓越型と中礫卓越型の一方または両方に対して、細礫卓越型で有意に個体数階級値が大きかった（Bonferroni検定、 $p < 0.05$ ）。

以上のように、出現頻度、個体数とも堆積物の粒径に対して一定の傾向を示す種が認められた（表4・3）。すなわち、カワヂシャ、オオカワヂシャの2種は砂卓越型と中礫卓越型に、ムシクサ、スカシタゴボウ、ツメクサの3種は砂卓越型に、ナガミヒナゲシ、ミミナグサの2種は細礫卓越型に偏在する傾向が強いことが明らかになった。これらの種子の沈降速度をみると、砂卓越型・中礫卓越型で多い種に比べて、細礫卓越型に多い種で沈降速度が大きかった。

また、粒径2mm以下の粒子の割合と種ごとの個体数階級値の相関（Spearmanの順位相関係数）をみると、砂卓越型に偏った分布を示すカワヂシャ、オオカワヂシャ、ムシクサ、スカシタゴボウ、ツメクサの5種に加えて、オオイヌタデ、シロザ、ヤナギタデなど合計12種で $r = 0.215 \sim 0.440$ の正の相関関係が認められ、2mm以下の細粒物質が多いほど個体数が多い傾向があった（表4・4）。細礫卓越型に偏った分布を示したナガミヒナゲシでは、逆に $r = -0.227$ の弱い負の相関関係が認められ、細粒物質が少ないほうが個体数が多い傾向があった。

さらに、採取して分析した粒径2mm以下の分画における粒径分布と種ごとの個体数の関係について述べる。0.2mm以下の細砂より細かい粒子が占める割合と個体数階級値の相関（Spearmanの順位相関係数）をみると、タネツケバナ、ツメクサ、ヒエガエリ、ナガミヒナゲシ、ヤエムグラ、ミミナグサ、オランダミミナグサの7種で $r = 0.224 \sim 0.498$ の正の相関関係が認められた（表4・5）。ナガミヒナゲシ、ヤエムグラ、ミミナグサは細礫卓越型で出現頻度が高い種であったが、2mm以下の粒子との関係に限ると、より細かい粒子が多いほうを好むという結果になった。一方、ヤナギタ

デ、ヨモギ、シロザ、ヒロハホウキギク、メリケンガヤツリの5種では、 $r = -0.274 \sim 0.367$ の負の相関関係が認められた。

#### 4. 2. 3 発芽実験による出現種との比較

実生調査で出現した110種のうち、3章で述べた発芽実験で土砂の試料から発芽したものとの共通種は27種(24.5%)、デブリの試料から発芽したものとの共通種は24種(21.8%)であった。(表4・6)。実生調査で5回以上出現した41種に限ってみると、共通種数は土砂の試料で18種(43.9%)、デブリの試料で16種(39.0%)とさらに高い比率になった。このことから、新しい河床堆積物上で発芽する主要な植物の3割程度は、堆積物中に含まれていた種子に由来する種であると判断することができる。

土砂の試料から発芽した種と共通のものは、ヨモギ、オオイヌタデ、ウシハコベ、ケアリタソウ、イヌビエなどが含まれていた。しかし、ネズミムギ、タネツケバナ、カワヂシャ、オオカワヂシャ、ヤナギタデなど、実生調査で出現頻度が高かった種の多くは、発芽実験ではまったく発芽しないか、1個体発芽したのみであった。一方、発芽実験で多く出現したヒメジョオン、オニタビラコ、ザクロソウ、ニワホコリは、野外の河床堆積物上にはほとんど生育していなかった。発芽実験で出現した種と、実生調査で出現した種の間でJaccardの共通係数を算出すると、土砂の試料では0.220、デブリの試料では0.195、出現5回以上の種に限ってもそれぞれ0.295、0.279とそれほど大きくなかった(表4・6)。

#### 4. 3 考察

以上の結果から、新規に供給された堆積物から発芽する植物の実生の種組成は、その粒径によって異なることが明らかになった。堆積物の粒径との対応関係はすべての植物にみられるわけではないが、河床堆積地に出現した植物のうち一割程度の種では、特定の粒径の堆積物中から発芽しやすい傾向が認められた(表4・3、4・4)。このことは、堆積物の粒径によって、その中に含まれる種子の組成に違いがある可能性を支持している。特に粒径2mm以下の粒子の割合が高い場所では出現頻度や個体数が大きくなる種が多いこと(表4・1、表4・2)は、粒径が細かい粒子とともに沈積する種子が多いためと考えられる。これは、河床に生育する植物のほとんどの種子の沈降速度が、粒径2mm以下の砂の沈降速度に相当すること(2章)とも一致している。

さらに、表層堆積物の粒径が細かい場所に分布が偏る種の種子の沈降速度が、粒径が粗い場所に偏る種よりも小さいこと(表4・3)は、堆積物の粒径に応じて、沈降速度が異なる種子がふるい分けされている可能性を示すものである。カワヂシャやオオカワヂシャでは、粒子が微細な砂卓越型の場所と粗大な中礫堆積物の場所の両極に出現する傾向があがったが、これは中礫卓越型の場所では粒子の分級性が低く、微細な粒子も同時に堆積しているためと考えられる。

種子の沈降速度がほとんどの場合 2mm以下の砂に相当する (図 2・6) ことから、種子のふるいわけが生じるのは、粒径 2mmより小さい粒子が高い分級性をもって堆積する場合に限られる。実生の分布は、粒径 2mm以下の粒子の量による違いが顕著であったが、種子の沈降速度からみると粒径 0.1 mm程度にあたる 1.13~1.74cm/s が、異なる立地に偏って分布する境界値となっていた (表 4・3)。したがって、実際には 2mm以下の粒子のうち、0.1 mmをはさんだ粒子の多少が、実生の分布に関係していたと考えられる。

河床堆積地に発生した実生と発芽実験で発生した実生の種組成の類似度が低かった原因としては、発芽条件や発芽時期、同定不能種の多さ、周囲からの種子の混入などの影響が考えられる。特に、発芽実験を開始した時期が春だったため、秋発芽の種子の検出度が低くなった可能性が高い。野外での発生実生のうちの程度が堆積物に含まれていた種子に由来するものかを正確に知るためには、さらに発芽実験の精度を上げて検討する必要がある。

## 5. まとめ

### 5. 1 河床植物群落の種組成と種子沈降速度との関係

本研究の結果から、河床の新しい堆積地に先駆的に形成される植物群落の構成種は砂、特に粒径 0.2 mm以下の細砂と同程度の沈降速度の種子をもつものが多いことが明らかになった。実際に、発芽実験によって、河床の堆積物中には多くの植物種子が含まれていることが確かめられた。さらに、新しい堆積地に出現した主要な種の半数程度が、発芽実験で発芽した種であったことから、土砂とともに供給される種子が、群落形成に大きな役割を果たしていることがわかった。特別に浮くための構造をもっていない種子でも河川的水流によって散布されていることは、いくつかの研究<sup>9) 11) 12)</sup> で知られているが、本研究の結果からは、むしろ沈みやすい種子のほうが河床の植物群落の形成に寄与していることが明らかになった。そして、一部の種の出現頻度や個体数に表層堆積物粒径との関係が認められたことから、土砂粒子とともに種子がふるい分けられて堆積していることが考えられた。しかし、実生の分布に違いがみられた粒径 (2mm) と、分布の違いの境界となる種子の沈降速度に相当する粒径 (0.1 mm) には、スケールの違いがあるため、ふるい分けのしくみについてはなお研究を要する。

表 5・1 に、多摩川の河床にみられる春季の一年生植物群落の種組成と、構成種の種子の沈降速度を示した。群落 A は水際に沿って帯状に形成される群落で、カワヂシャ、オオカワヂシャ、タネツケバナ、ムシクサなど水湿地生の植物と、ネズミムギ、オオスズメノカタビラ、スズメノテッポウなどのイネ科草本が主体である。既報の群集単位では、カワヂシャーカズノコグサ群集に相当するもので、植被率が 90%以上の密生した群落である。群落 B は水際から離れた砂州上に形成される群落で、群落 A の構成種にコマツヨイグサ、ヨモギ、ヤエムグラ、セイヨウアブラナ、ナガミヒ

ナゲシ、メマツヨイグサなどが生育する。既報の群集ではコセンダングサーアキノエノコログサ群集に相当するもので、群落 A より出現種数は多いが、植被率は低くまばらな群落である。それぞれの立地は、表層堆積物の粒径からみると、群落 A が砂卓越型または中礫卓越型、群落 B が細礫卓越型にあたる。構成種の種子の沈降速度をみると、群落 A の構成種は浮遊性のもも含め、さまざまな沈降速度の種子が含まれているのに対し、群落 B ではヨモギを除くと沈降速度 1.21cm/s 以上であった。これよりも沈降速度が遅い種子は、群落 B が形成されるような堆積条件では流されてしまい、土砂とともに沈積しないものと考えられる。群落 A に出現しない種の沈降速度の下限は（約 1.2cm/s）は、粒径 0.1 mm 程度の粒子の沈降速度と一致しており、群落の種組成からみても、このサイズの粒子の量が群落の種組成を決める重要な因子になっていると考えられる。

## 5. 2 河川の土砂管理と植生管理

Nakayama *et al.* (2006)<sup>13)</sup> は、外来種シナダレスズメガヤの種子の沈降速度が粒径およそ 0.18 mm の砂と同程度であることから、河床における砂の堆積量の増加がシナダレスズメガヤの増加につながる危険性を指摘している。本研究の結果から、シナダレスズメガヤ以外にも非常に多くの植物種子が、砂、特に細砂と同程度の沈降速度をもっていることが明らかになった。そして、その大半は河川に本来生育する植物ではなく、畑地や荒地に生育する外来種である。そのため、細砂の堆積量の増加は、河床における外来種を中心とした植被の増大を引き起こすことが予想される。また、多摩川ではカワラノギク、カワラニガナ、カワラハハコといった、本来の礫床河川に特有の種が絶滅の危機に瀕しているが、こうした植物は堆積物中からは発芽しなかった。河原固有の植物については、個体群そのものが稀な現状では、発芽可能な種子が土砂とともに運搬されている可能性は低い。

ダムや砂防堰堤の堆積土砂を流砂系の中で処理しようとする場合、細粒土砂を大量に河川に流すことは、河川敷の植被の増加をもたらす。植被の増加は、さらに細粒土砂の堆積を促進し、河道の固定化、複断面が進行するおそれがある。そのため、土砂の移動に際しては、細粒土砂、特に粒径 2mm 以下の砂を取り除いた後、粗粒の土砂だけを河川に流すことがのぞましい。細粒土砂は河川を通さずに運搬し、侵食が進んだ海岸線への補充などにあてるなどの方策を検討することが必要であろう。

## 参考文献

- 1) 建設省河川局 (1998) : 流砂系の総合的な土砂管理に向けて. 河川審議会総合土砂管理小委員会報告.
- 2) 奥田重俊 (1978) : 関東平野における河辺植生の植物社会学的研究. 横浜国立大学環境科学研究

究センター紀要, 4(1) : 43-112.

- 3) 建設省関東地方建設局景品工事事務所 (1995) : 多摩川河川敷の植物群落 (「多摩川河川敷現存植生図」解説書). 52pp.
- 4) 中山至大・井之口希秀・南谷忠志 (2000) : 日本植物種子図鑑. 東北大学出版会. 642pp.
- 5) 鶴見一之 (1932) : 沈降速度の理論及び実験. 土木学会誌, 18(10) : 1059-1094.
- 6) 中西弘樹 (1994) : 種子はひろがる—種子散布の生態学. 平凡社. 256pp.
- 7) 梅本信也 (1997) : タカサブロウの起源—瘦果の変異からの一考察. 「雑草の自然史」(山口裕文編著、北海道大学図書刊行会), p35-45.
- 8) 土壤標準分析・測定法委員会編 (1986) : 土壤標準分析・測定法. 博友社. 354pp.
- 9) Staniforth, R. J. & P. B. Cavers (1976) : An experimental study of water dispersal in *Polygonum* spp. *Canadian Journal of Botany*, 54:2587-2586.
- 10) 山本晃一 (1994) : 沖積河川学. 山海堂. 470pp.
- 11) 米森由佳・倉本宣 (2000) : 多摩川における増水による種子散布と増水後の護岸植生についての研究. ランドスケープ研究, 63(5) : 527-530.
- 12) Boedeltje, G., J. P. Bakker, A. T. Brinke, J. M. Van Groenendael & M. Soesbergen (2004) : Dispersal phenology of hydrochorous plants in relation to discharge, seed release time and buoyancy of seeds. *Journal of Ecology*, 92:786-796.
- 13) Nakayama, N., J. Nishihiro, Y. Kayaba, T. Muranaka & I. Washitani (2006) : Seed deposition of *Eragrostis curvula*, an invasive alien plant on a river floodplain. *Ecological Research*, doi: 10.1007/s11284-006-0047-3

表2・1 散布体を採取した植物の一覧

種名	生育形	花期	散布体
春季に採取した種(31種)			
イヌガラシ	多年草	4~9月	種子
ウシハコベ	一年草	4~10月	種子
オオイヌノフグリ	一年草	3~5月	種子
オオカワヂシャ	一年草	4~6月	種子
オオスズメノカタビラ	多年草	4~6月	果実(小花)
オッタチカタバミ	多年草	4~8月	種子
オヤブジラミ	一年草	5~7月	果実
オランダガラシ	多年草	4~6月	種子
オランダミミナグサ	二年草	4~5月	種子
カキネガラシ	一年草	4~6月	種子
カワヂシャ	一年草	5~6月	種子
キュウリグサ	一年草	3~5月	種子
コハコベ	一年草	3~9月	種子
スカシタゴボウ	一年草	4~10月	種子
スズメノカタビラ	二年草	3~4月	果実(小花)
スズメノテッポウ	一年草	4~5月	果実(小花)
セイヨウアブラナ	一年草	3~5月	種子
タチイヌノフグリ	一年草	4~6月	種子
タネツケバナ	一年草	4~6月	種子
ツメクサ	一年草	3~7月	種子
ナガミヒナゲシ	一年草	4~5月	種子
ナズナ	一年草	3~6月	種子
ネズミムギ	一~二年草	6~8月	果実(小花)
ノゲシ	一~二年草	4~7月	果実(冠毛含む)
ノミノツヅリ	二年草	3~6月	種子
ホトケノザ	一年草	3~6月	種子
マメゲンバイナズナ	一年草	5~6月	種子
ミミナグサ	二年草	4~6月	種子
ムシクサ	一年草	4~5月	種子
ヤエムグラ	一年草	5~6月	果実
ヤハズエンドウ	一年草	3~6月	種子
秋季に採取した種(27種)			
アキノエノコログサ	一年草	8~10月	果実(小花)
アキノノゲシ	一~二年草	8~11月	果実(冠毛含む)
アメリカセンダングサ	一年草	9~10月	果実
イヌビエ	一年草	8~10月	果実(小花)
オオアレチノギク	一~二年草	7~10月	果実(冠毛含む)
オオイヌタデ	一年草	6~10月	果実
オオブタクサ	一年草	8~9月	果実
オニタビラコ	一~二年草	5~10月	果実(冠毛含む)
ケアリタソウ	一年草	7~11月	種子
コセンダングサ	一年草	9~11月	果実
コマツヨイグサ	二年草	5~10月	種子
シナダレスズメガヤ	多年草	8~10月	果実(小花)
シロザ	一年草	9~10月	種子
セイタカアワダチソウ	多年草	10~11月	果実(冠毛含む)
チカラシバ	多年草	8~10月	果実(小花)
ツククサ	一年草	6~9月	種子
ナガバギシギシ	多年草	6~8月	果実(花被含む)
ヒメムカシヨモギ	一~二年草	8~10月	果実(冠毛含む)
ヒロハホウキギク	一~多年草	8~10月	果実(冠毛含む)
マルバヤハズソウ	一年草	8~10月	種子
ミゾソバ	一年草	7~10月	果実(花被含む)
メドハギ	多年草	8~10月	果実
メヒシバ	一年草	7~11月	果実(小花)
メマツヨイグサ	二年草	6~9月	種子
メリケンガヤツリ	多年草	6~11月	果実(果包含む)
ユウゲシヨウ	一~多年草	5~9月	種子
ヨモギ	多年草	9~10月	果実



表2・2 種子の重量および沈降性と沈降速度

種名	重量 (mg/100粒)	沈降種子数		沈降速度 (cm/s)
		開始直後	24時間後	
浮遊性種子				
スカシタゴボウ	6.52	0.0	0.0	-
アメリカセンダングサ	308.11	0.0	0.0	-
ナガバギシギシ	272.61	0.0	0.0	-
ヒロハホウキギク	5.34	0.0	0.4	-
メドハギ	161.78	0.0	2.0	1.91
ミゾソバ	752.26	0.0	2.8	3.50
メマツヨイグサ	44.08	0.0	2.8	1.45
メリケンガヤツリ	13.23	2.0	3.8	2.14
半浮遊性種子				
アキノゲシ	77.03	0.0	8.0	0.85
ヒメムカシヨモギ	3.36	0.0	9.0	0.29
ケアリタソウ	14.38	0.6	12.0	1.72
ヨモギ	6.86	0.2	12.4	0.81
吸水沈降性種子				
セイトカアワダチソウ	6.47	0.0	16.0	0.82
コマツヨイグサ	32.97	6.2	16.0	2.90
スズメノカタビラ	23.69	2.6	16.4	1.16
オオアレチノギク	5.00	5.2	17.0	0.32
シロザ	46.16	8.0	17.0	3.29
オニタビラコ	9.90	0.0	17.2	0.67
オオブタクサ	3768.36	0.0	17.2	5.02
イヌビエ	48.80	0.0	18.6	1.40
イヌガラシ	7.75	6.0	18.8	1.20
チカラシバ	439.21	0.0	19.2	2.16
メヒシバ	62.95	9.6	19.2	1.79
オオスズメノカタビラ	22.81	5.3	19.3	2.13
スズメノテッポウ	26.66	0.0	19.4	1.49
オランダガラシ	15.14	8.8	19.4	1.58
ノゲシ	41.05	0.0	19.6	0.55
オヤブジラミ	435.54	0.8	19.8	3.13
コセンダングサ	187.05	2.2	20.0	2.76
沈降性種子				
オオイヌタデ	129.01	14.6	18.6	2.97
キュウリグサ	11.51	11.4	19.2	1.62
アキノエノコログサ	52.68	16.4	19.4	3.88
ツユクサ	731.59	18.8	19.4	8.29
ノミノツヅリ	5.99	16.0	19.6	1.85
マルバヤハズソウ	145.97	12.6	19.6	3.76
タネツケバナ	8.45	18.4	19.8	0.94
ネズミムギ	285.16	16.4	19.8	3.41
シナダレスズメガヤ	18.58	19.2	19.8	2.84
ウシハコベ	19.92	19.2	20.0	2.64
オオイヌノフグリ	48.14	19.2	20.0	2.57
オッタチカタバミ	18.72	18.8	20.0	1.21
オランダミミナグサ	3.28	19.8	20.0	1.32
カキネガラシ	23.85	18.8	20.0	1.82
カワヂシャ	2.02	19.4	20.0	0.54
セイヨウアブラナ	156.78	18.0	20.0	3.89
タチイヌノフグリ	11.94	19.6	20.0	1.21
ナズナ	9.81	18.2	20.0	0.56
ホトケノザ	53.67	14.6	20.0	1.99
マメゲンバイナズナ	37.49	18.6	20.0	1.04
ミミナグサ	8.05	20.0	20.0	1.89
ムシクサ	3.77	17.8	20.0	0.59
ヤエムグラ	269.02	14.0	20.0	4.94
ユウゲショウ	5.94	19.4	20.0	0.68
オオカワヂシャ	2.56	20.0	-	0.78
コハコベ	39.42	20.0	-	3.14
ツメクサ	2.00	20.0	-	1.13
ナガミヒナゲシ	10.62	20.0	-	1.74
ヤハズエンドウ	1882.08	20.0	-	14.45

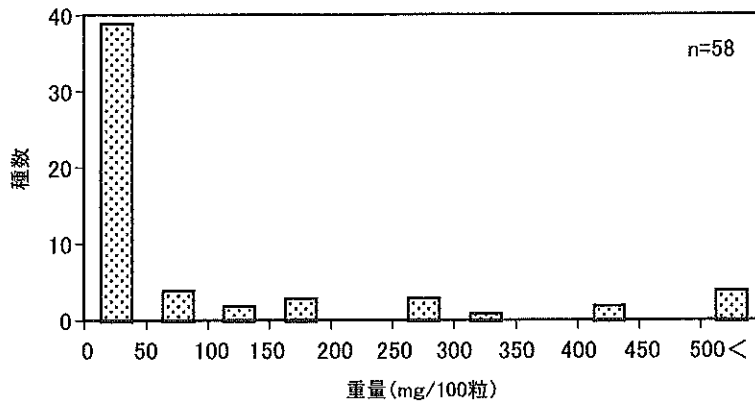


図2・1 種子重量の頻度分布

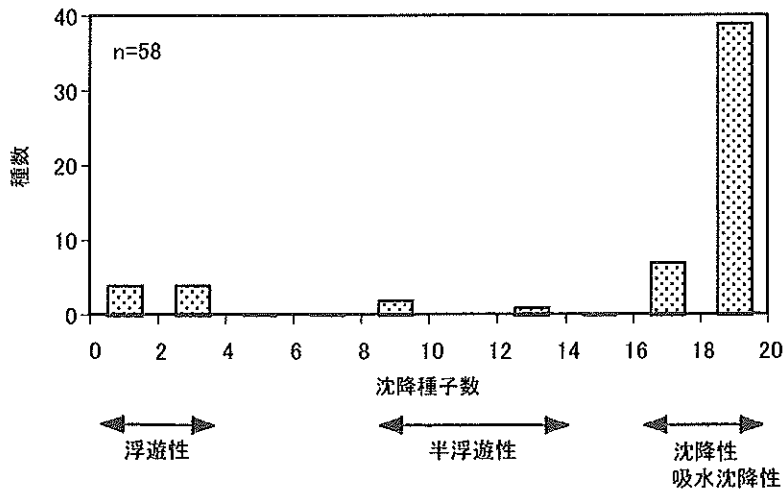


図2・2 24時間後の沈降種子数の頻度分布

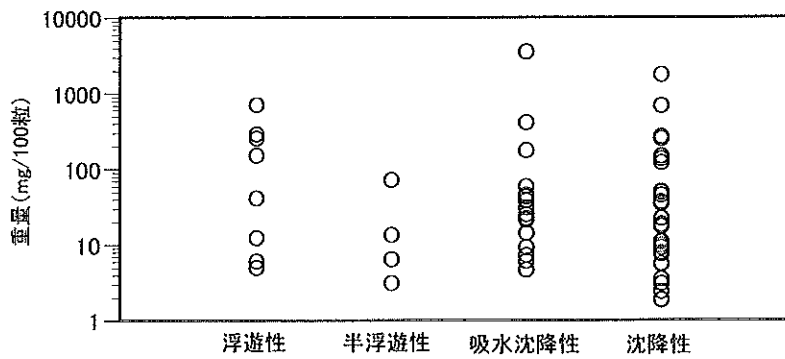


図2・3 種子の浮遊・沈降性と重量の関係

表2・3 散布体形状による浮遊・沈降性別の種数

	顆粒状または 小堅果状	瘦果または 付属物を伴う
浮遊性	2	6
半浮遊性	1	3
吸水沈降性	4	13
沈降性	24	4

表2・4 採取時期による浮遊・沈降性別の種数

	春季	秋季
浮遊性	1	7
半浮遊性	0	4
吸水沈降性	7	10
沈降性	23	6

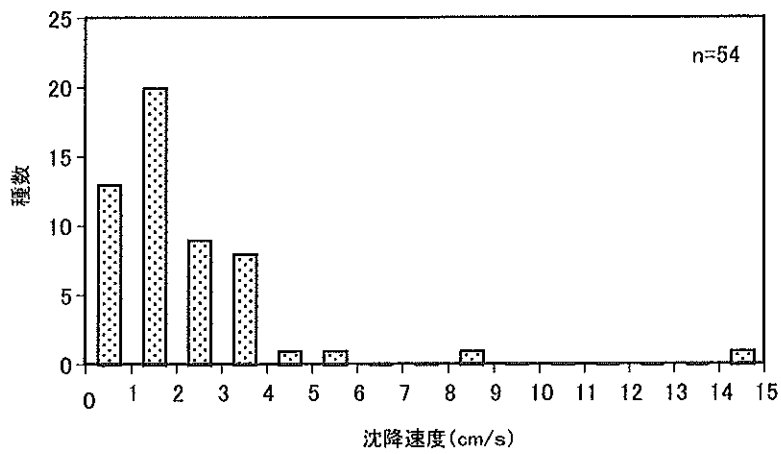


図2・4 沈降性種子の沈降速度の頻度分布

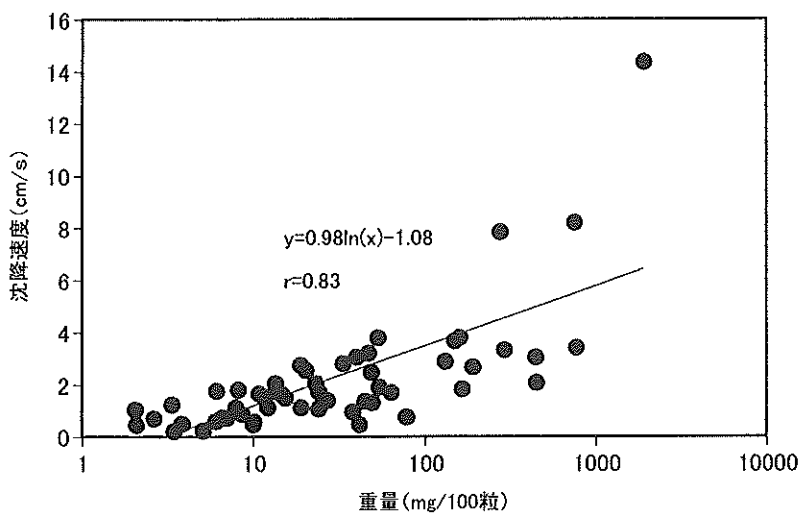


図2・5 種子重量と沈降速度の関係

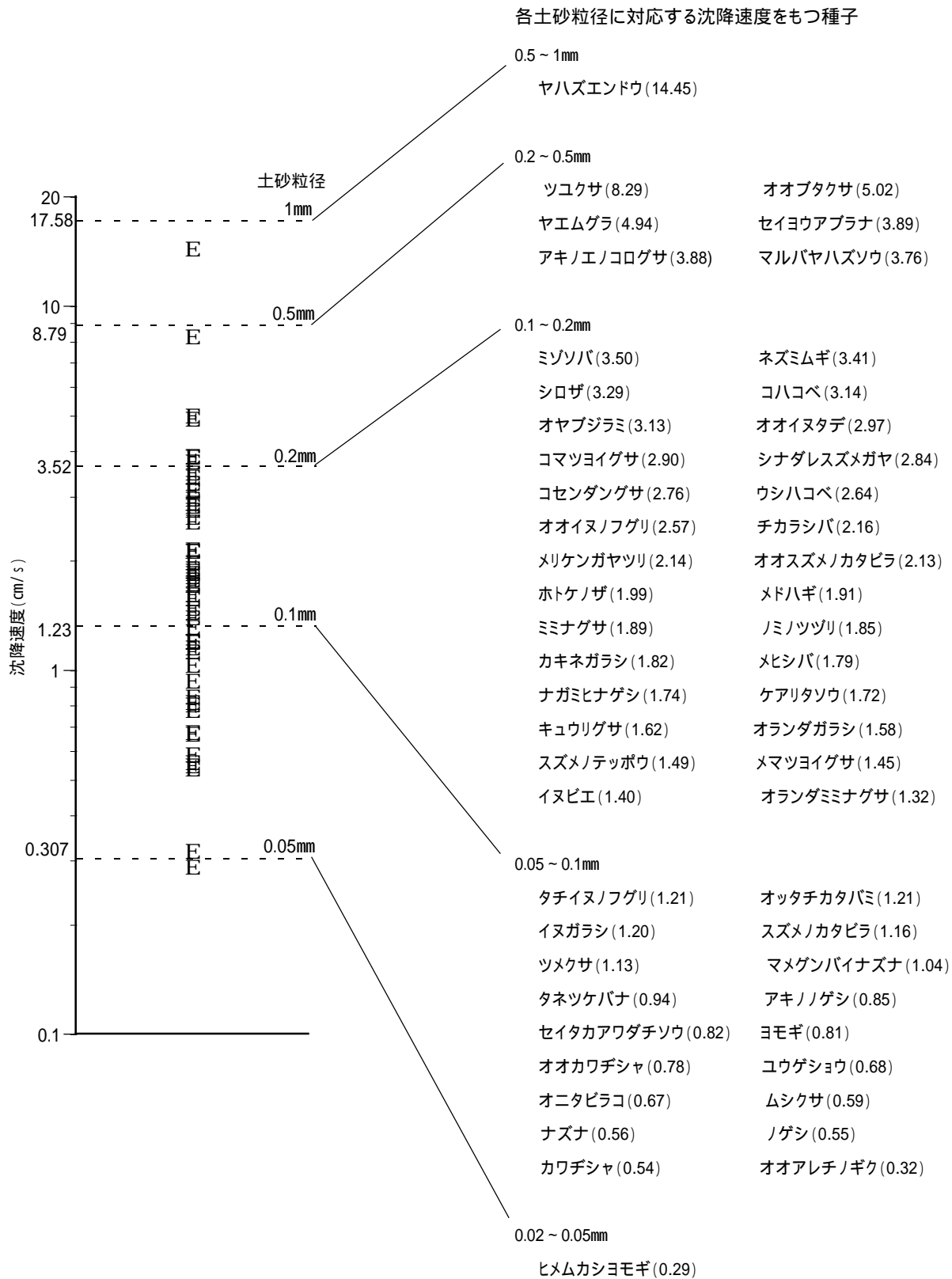


図2・6 種子と土砂粒子の沈降速度の対応関係

表3・1 発芽実験にもちいた試料一覧

採取場所／採取日	試料No.	備考
土砂堆積物		
羽村大橋下流左岸 2005.3.17	HM1	小作堰の浚渫土砂
	HM2	〃
	HM3	〃
	HM4	〃
	HM5	〃
	HM0	対照区
睦橋下流左岸 2005.3.17	MT1	ツルヨシ株の下流側, しっぽ状の堆積物
	MT2	ハリエンジュ株の下流側, しっぽ状の堆積物
	MT3	河原凸部, 礫間の堆積物
	MT4	低水時の水際, 礫間の堆積物
	MT5	豊水時の水際, 礫間の堆積物
	MT0	対照区
関戸橋下流左岸 2005.3.19	SK1	低水時の水際
	SK2	豊水時の水際, オオイヌタデ群落を埋積
	SK3	河原平坦部, 礫間の堆積物
	SK4	河原平坦部礫地, 表層礫の下の堆積物
	SK5	河道跡への流入部
	SK0	対照区
-----		
デブリ(有機堆積物)		
睦橋下流左岸 2005.3.17	W1	本流水際の地表に堆積したもの
	W2	〃
	W3	〃
睦橋下流左岸 2005.3.17	T1	高水敷近くの立木に捕捉されていたもの
	T2	〃
	T3	〃



試料MT1



試料 MT2



試料 MT3



試料 MT4



試料 MT5

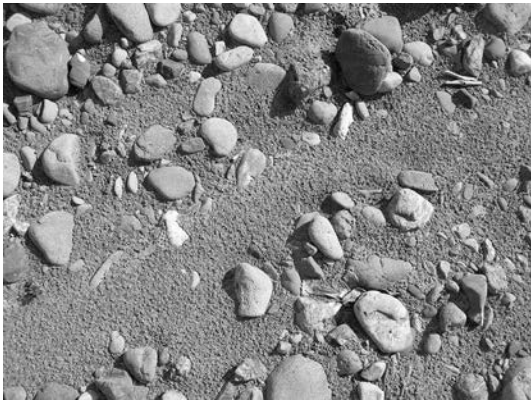
写真3・1 睦橋下流左岸で採取した土砂堆積物の試料



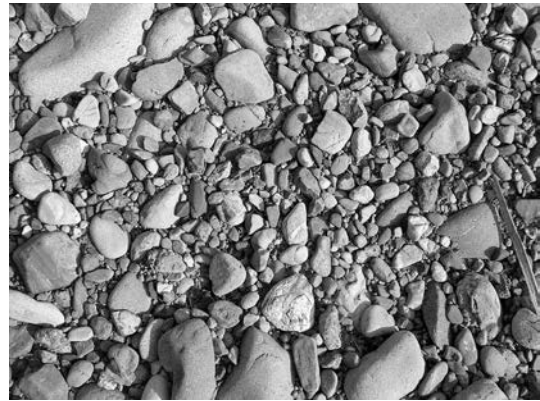
試料 SK1



試料 SK2



試料 SK3



試料 SK4

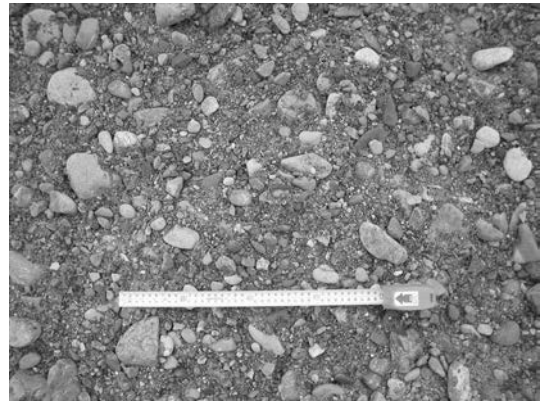


試料 SK5

写真3・2 関戸橋下流左岸で採取した土砂堆積物の試料



浚渫土砂採取地の遠景



試料 HM1 (浚渫土砂)



試料 W1 (睦橋, 水際のデブリ)



試料 T1 (睦橋, 立木のデブリ)

写真3・3 浚渫土砂およびデブリの試料



表3・2 土砂堆積物の試料から発芽した実生数

種名	MT						SK						HM						合計
	1	2	3	4	5	Blank	1	2	3	4	5	Blank	1	2	3	4	5	Blank	
アキメヒシバ	17	・	・	・	1	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	19
オニタビラコ	4	1	2	3	1	・	1	1	1	・	1	・	1	2	・	・	・	・	18
メヒシバ	5	1	・	・	・	・	1	3	・	・	・	・	1	・	1	1	・	・	13
ヨモギ	・	2	・	1	・	・	7	3	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	13
オオイヌタデ	・	1	1	・	2	・	・	2	1	1	2	・	・	・	・	・	1	・	11
コゴメカヤツリ	1	・	・	・	・	・	2	3	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	6
ケアリタソウ	・	1	・	・	1	・	・	2	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	4
メリケンガヤツリ	・	・	・	・	・	・	・	3	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	3
ヒメジョオン	・	・	・	・	2	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	2
メガルカヤ	・	・	・	2	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	2
イヌビエ	・	・	・	・	・	・	1	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	2
シロザ	・	・	・	・	・	・	1	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	2
ヒメムカシヨモギ	・	1	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	2
メマツヨイグサ	1	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	2
ザクロソウ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	1
ニワホコリ	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
ウシハコベ	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
ハハコグサ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	1
ウラジロチチコグサ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	1
スズメノカタビラ	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
メドハギ	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
オオアレチノギク	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
シソ	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
ドクダミ	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
ハルジオン	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
アキノエノコログサ	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
イヌガラシ	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
オオカワヂシャ	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
オオニシキソウ	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
オオバコ	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
オヒシバ	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
コブナグサ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	1
コマツヨイグサ	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
スカシタゴボウ	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
タネツケバナ	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
タマガヤツリ	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
チカラシバ	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
トキンソウ	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
ハコベ	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
ヒナタイノコズチ	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	1
ヒロハホウキギク	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
マルバヤハズソウ	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
ヤナギタデ	・	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	1
不明	・	・	・	・	1	・	3	3	・	・	・	・	・	・	1	・	・	・	8
合計	28	11	3	8	10	0	22	33	2	2	6	1	2	2	2	3	1	0	136

表3・3 発芽試験にもちいた堆積物試料の粒径分布

	MT					SK					HM				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
全体															
2mm ≤ φ	0.0	86.3	19.9	56.7	4.4	35.9	5.2	20.8	49.3	30.0	39.4	34.5	50.9	47.3	34.3
φ < 2mm	#####	13.7	80.1	43.3	95.6	64.1	94.9	79.2	50.7	70.0	60.6	65.5	49.1	52.7	65.7
2mm以下の分画															
0.2~2.0mm	32.9	29.3	39.7	65.9	8.1	73.0	56.0	95.0	93.4	97.2	92.3	95.2	91.2	82.4	94.5
0.02~0.20mm	63.5	61.8	57.7	30.2	85.8	22.4	40.5	3.3	5.1	1.5	3.7	1.8	4.4	8.8	2.8
0.002~0.020mm	1.9	6.1	1.6	2.2	3.7	3.1	1.5	0.4	0.2	0.0	1.8	1.2	2.2	5.8	1.1
<0.002mm	1.7	2.8	1.0	1.8	2.4	1.5	2.0	1.2	1.3	1.3	2.2	1.8	2.2	3.0	1.7
発芽種数*	5	10	2	5	7	12	20	2	2	5	2	1	2	2	1
発芽個体数	28	11	3	8	10	22	33	2	2	6	2	2	2	3	1

\* 不明種は除く。

表3・4 デブリの試料から発芽した実生数

種名	水際(W)				立木(T)				合計
	1	2	3	計	1	2	3	計	
オオイヌタデ	41	34	29	104	・	・	・	0	104
アメリカセンダングサ	12	35	11	58	1	1	5	7	65
メヒシバ	6	8	5	19	2	1	2	5	24
ヨモギ	16	2	2	20	1	・	2	3	23
オニタビラコ	2	1	2	5	・	1	9	10	15
メマツヨイグサ	8	1	2	11	1	・	1	2	13
ケアリタソウ	8	1	・	9	・	・	・	0	9
コセンダングサ	6	1	1	8	・	・	・	0	8
アキノエノコログサ	3	3	・	6	1	・	・	1	7
ヒロハホウキギク	4	1	2	7	・	・	・	0	7
メガルカヤ	2	・	・	2	・	・	5	5	7
コニシキソウ	・	・	・	0	3	・	2	5	5
ネズミムギ	1	1	3	5	・	・	・	0	5
ヒメジョオン	2	2	・	4	・	・	1	1	5
ギシギシsp	3	・	1	4	・	・	1	1	5
ヒメツルソバ	・	・	・	0	1	2	2	5	5
イヌビエ	・	・	1	1	1	1	2	4	5
ヤナギタデ	5	・	・	5	・	・	・	0	5
イヌホオズキsp	1	3	・	4	・	・	・	0	4
ヒメグ	・	・	・	0	・	・	4	4	4
タニソバ	3	・	・	3	・	・	・	0	3
アキメヒシバ	2	1	・	3	・	・	・	0	3
アメリカタカサブロウ	・	1	・	1	1	・	1	2	3
オオクサキビ	1	・	2	3	・	・	・	0	3
オオニシキソウ	3	・	・	3	・	・	・	0	3
フッキソウ	・	・	・	0	1	1	1	3	3
メドハギ	2	・	・	2	・	1	・	1	3
オッタチカタバミ	1	・	1	2	・	・	・	0	2
ヤブマオ	2	・	・	2	・	・	・	0	2
アシボソ	・	1	・	1	・	・	1	1	2
ヌマガヤツリ	2	・	・	2	・	・	・	0	2
イヌタデ	・	・	・	0	1	・	・	1	1
オオアレチノギク	1	・	・	1	・	・	・	0	1
アキノノゲシ	・	1	・	1	・	・	・	0	1
ウシハコベ	・	1	・	1	・	・	・	0	1
オニグルミ	・	・	・	0	・	・	1	1	1
コナスビ	・	1	・	1	・	・	・	0	1
コブナグサ	・	・	・	0	・	・	1	1	1
ショウブ	1	・	・	1	・	・	・	0	1
ススキ	・	1	・	1	・	・	・	0	1
ツメクサ	1	・	・	1	・	・	・	0	1
ツルボ	・	・	・	0	・	・	1	1	1
ネムノキ	・	・	・	0	・	・	1	1	1
ヒメムカシヨモギ	1	・	・	1	・	・	・	0	1
ムシクサ	・	・	・	0	・	・	1	1	1
ヨウシュヤマゴボウ	・	・	・	0	1	・	・	1	1
不明	3	12	11	26	1	・	6	7	33
合計	143	112	73	328	16	8	50	74	402

表3・5 土砂とデブリの試料から発芽した植物の比較

数字は発芽個体数. \*: 浚渫土砂(HM)は除く.

	土砂*		デブリ	浮遊・ 沈降性	沈降速度 (cm/s)
	水際	立木	立木		
すべての試料から発芽					
ヨモギ	13	20	3	半浮遊	0.81
メヒシバ	10	19	5	吸水沈降	1.79
オニタビラコ	15	5	10	吸水沈降	0.67
メマツヨイグサ	2	11	2	浮遊	1.45
アキノエノコログサ	1	6	1	沈降	3.88
ヒメジョオン	2	4	1		
イヌビエ	2	1	4	吸水沈降	1.40
メドハギ	1	2	1	浮遊	1.91
土砂の試料のみから発芽					
コゴメカヤツリ	6	0	0		
メリケンガヤツリ	3	0	0	浮遊	2.14
シロザ	2	0	0	吸水沈降	3.29
ニワホコリ	1	0	0		
ウラジロチチコグサ	1	0	0		
スズメノカタビラ	1	0	0	吸水沈降	1.16
ドクダミ	1	0	0		
ハルジオン	1	0	0		
イヌガラシ	1	0	0	吸水沈降	1.20
オオカワヂシャ	1	0	0	沈降	0.78
オオバコ	1	0	0		
オヒシバ	1	0	0		
コマツヨイグサ	1	0	0	吸水沈降	2.90
スカシタゴボウ	1	0	0	浮遊	-
シソ	1	0	0		
タネツケバナ	1	0	0	沈降	0.94
タマガヤツリ	1	0	0		
チカラシバ	1	0	0	吸水沈降	2.16
トキンソウ	1	0	0		
ハハコグサ	1	0	0		
コハコベ	1	0	0	沈降	3.14
マルバヤハズソウ	1	0	0	沈降	3.76
土砂およびデブリ(水際)の試料から発芽					
オオイスタデ	10	104	0	沈降	2.97
アキメヒシバ	19	3	0		
ケアリタソウ	4	9	0	半浮遊	1.72
ヒロハホウキギク	1	7	0	浮遊	-
ヤナギタデ	1	5	0		
オオニシキソウ	1	3	0		
ヤブマオ	1	2	0		
ヒメムカシヨモギ	2	1	0	半浮遊	0.29
ウシハコベ	1	1	0	沈降	2.64
オオアレチノギク	1	1	0	吸水沈降	0.32

	土砂*		デブリ	浮遊・ 沈降性	沈降速度 (cm/s)
	水際	立木	立木		
デブリの試料のみから発芽					
アメリカセンダングサ	0	58	7	浮遊	-
メガルカヤ	0	2	5		
ギシギシsp.	0	4	1	浮遊	-
アシボソ	0	1	1		
アメリカカタカサブロウ	0	1	2		
デブリ(水際)の試料のみから発芽					
コセンダングサ	0	8	0	吸水沈降	2.76
ネズミムギ	0	5	0	沈降	3.41
イヌホオズキsp	0	4	0		
タニソバ	0	3	0		
オオクサキビ	0	3	0		
オッタチカタバミ	0	2	0	沈降	1.21
ヌマガヤツリ	0	2	0		
アキノノゲシ	0	1	0	半浮遊	0.85
コナスビ	0	1	0		
ショウブ	0	1	0		
ススキ	0	1	0		
ツメクサ	0	1	0	沈降	1.13
デブリ(立木)の試料のみから発芽					
ヒメツルソバ	0	0	5		
コニシキソウ	0	0	5		
ヒメクグ	0	0	4		
フッキソウ	0	0	3		
オニグルミ	0	0	1		
イヌタデ	0	0	1		
ツルボ	0	0	1		
ネムノキ	0	0	1		
ムシクサ	0	0	1	沈降	0.59
ヨウシュヤマゴボウ	0	0	1		



写真4・1 実生調査区の一例

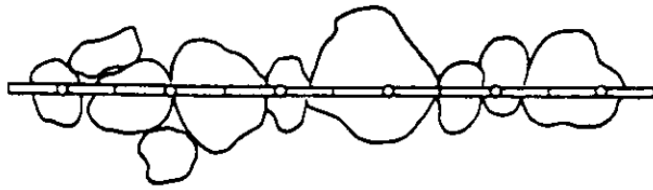
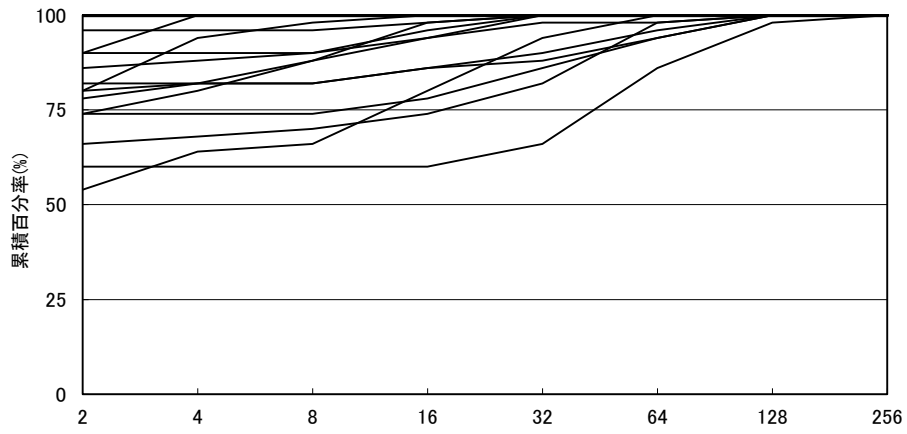
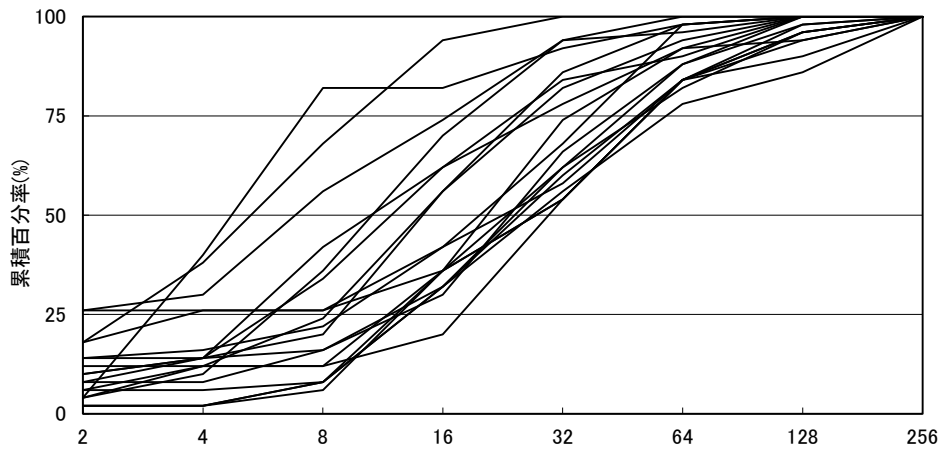


図4・1 線格子法による堆積物粒子のサンプリング(山本 1994 より)

A 中央粒径  $\leq 2\text{mm}$  (砂卓越型)



B 中央粒径 2~32mm (細礫卓越型)



C 中央粒径  $> 32\text{mm}$  (中礫卓越型)

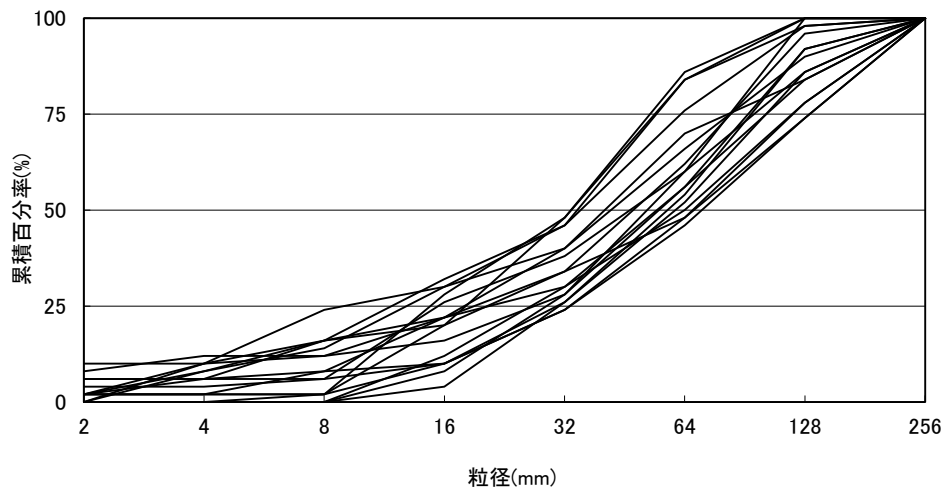


図4・2 実生調査区の表層堆積物の粒径加積曲線

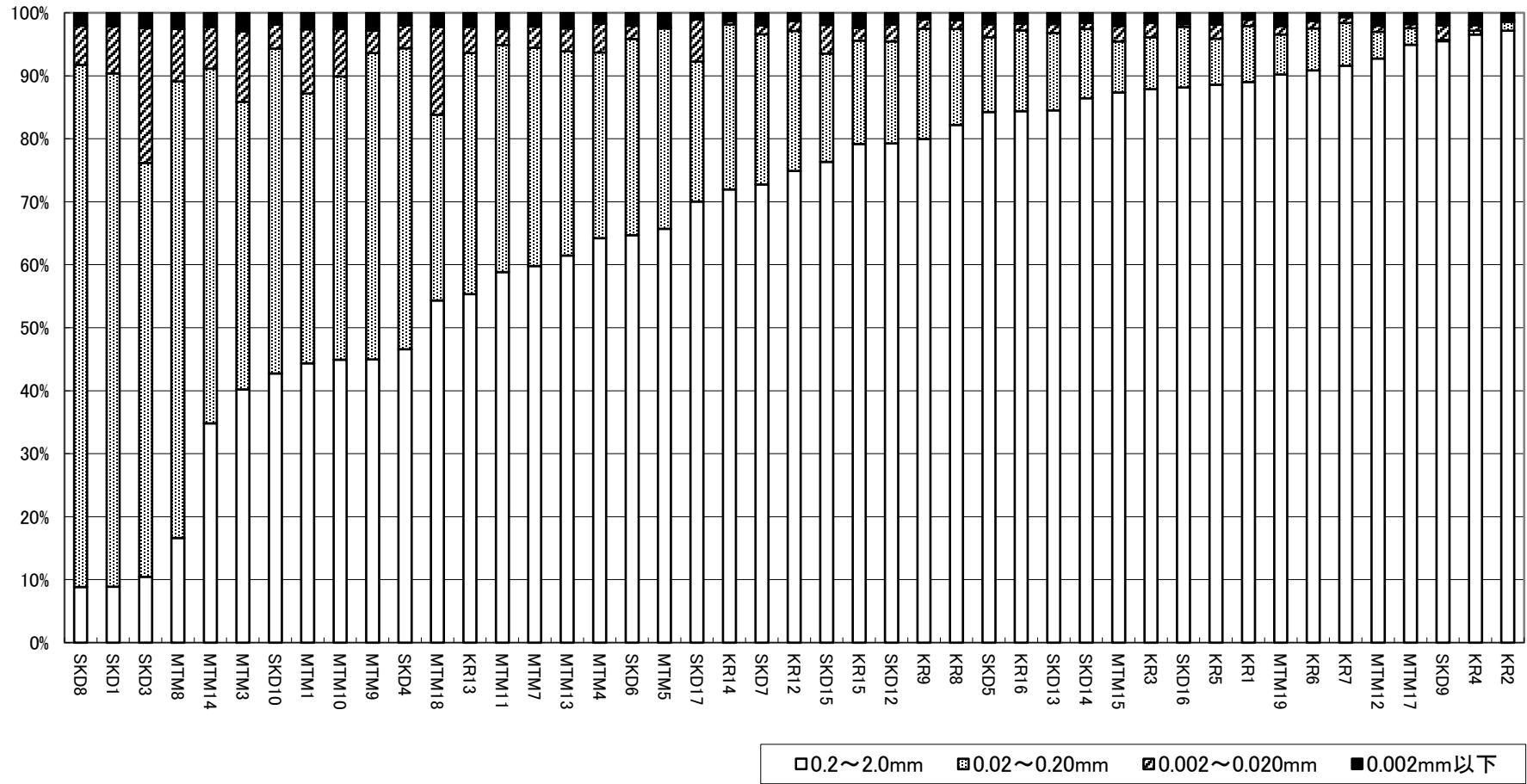


図4・3 0.2mm以下の分画における粒径ごとの重量%

表4・1 表層堆積物粒径が異なる調査区ごとの実生の出現頻度

数字は出現区数(%). 太字は出現頻度が50%以上の種を示す.

\*, \*\*は堆積物粒径によって出現頻度に偏りがある種を示す(\*:p<0.05, \*\*:p<0.01, Fisher's test)

	φ<2mm (n=15)	2mm<φ<32mm (n=19)	32mm<φ (n=14)	全調査区 (n=48)
オオイヌタデ	13 (86.7)	16 (84.2)	12 (85.7)	41
ネズミムギ	12 (80.0)	17 (89.5)	11 (78.6)	40
ヨモギ	13 (86.7)	11 (57.9)	12 (85.7)	36
タネツケバナ	10 (66.7)	15 (78.9)	7 (50.0)	32
カワヂシャ**	14 (93.3)	6 (31.6)	10 (71.4)	30
ヤナギタデ	11 (73.3)	10 (52.6)	8 (57.1)	29
オオカワヂシャ**	12 (80.0)	6 (31.6)	10 (71.4)	28
ウシハコベ	7 (46.7)	13 (68.4)	7 (50.0)	27
ギシギシspp.	6 (40.0)	12 (63.2)	7 (50.0)	25
ノミノツヅリ	7 (46.7)	10 (52.6)	7 (50.0)	24
コハコベ	7 (46.7)	10 (52.6)	4 (28.6)	21
ヒロハホウキギク	8 (53.3)	7 (36.8)	6 (42.9)	21
カキネガラシ	6 (40.0)	7 (36.8)	5 (35.7)	18
シロザ	8 (53.3)	7 (36.8)	3 (21.4)	18
イヌビエ	6 (40.0)	8 (42.1)	3 (21.4)	17
オランダガラシ	5 (33.3)	4 (21.1)	7 (50.0)	16
スズメノテッポウ	7 (46.7)	4 (21.1)	5 (35.7)	16
セイタカアワダチソウ	3 (20.0)	6 (31.6)	7 (50.0)	16
ナガミヒナゲシ*	2 (13.3)	10 (52.6)	4 (28.6)	16
マメゲンバイナズナ	4 (26.7)	9 (47.4)	3 (21.4)	16
ムシクサ**	10 (66.7)	4 (21.1)	2 (14.3)	16
オランダミミナグサ	4 (26.7)	7 (36.8)	4 (28.6)	15
オオスズメノカタビラ	6 (40.0)	5 (26.3)	3 (21.4)	14
スカシタゴボウ*	8 (53.3)	5 (26.3)	1 (7.1)	14
スズメノカタビラ	6 (40.0)	5 (26.3)	3 (21.4)	14
ヒエガエリ	7 (46.7)	5 (26.3)	2 (14.3)	14
タチイヌノフグリ	2 (13.3)	6 (31.6)	5 (35.7)	13
ツユクサ	4 (26.7)	7 (36.8)	1 (7.1)	12
オオブタクサ**	1 (6.7)	9 (47.4)	1 (7.1)	11
ツメクサ**	8 (53.3)	3 (15.8)	0 (0.0)	11
アメリカセンダングサ	3 (20.0)	3 (15.8)	4 (28.6)	10
オオアレチノギク	2 (13.3)	3 (15.8)	5 (35.7)	10
キュウリグサ	1 (6.7)	6 (31.6)	3 (21.4)	10
ケアリタソウ	3 (20.0)	3 (15.8)	4 (28.6)	10
ヒメムカシヨモギ	4 (26.7)	2 (10.5)	4 (28.6)	10
ホトケノザ	4 (26.7)	5 (26.3)	1 (7.1)	10
ユウゲシヨウ	4 (26.7)	5 (26.3)	1 (7.1)	10
シロツメクサ	3 (20.0)	2 (10.5)	4 (28.6)	9
イヌガラシ	2 (13.3)	2 (10.5)	4 (28.6)	8
オッタチカタバミ	1 (6.7)	5 (26.3)	2 (14.3)	8
ナズナ	3 (20.0)	3 (15.8)	2 (14.3)	8
ミミナグサ**	1 (6.7)	7 (36.8)	0 (0.0)	8
メヒシバ	1 (6.7)	3 (15.8)	4 (28.6)	8
ヤエムグラ*	2 (13.3)	6 (31.6)	0 (0.0)	8
オオイヌノフグリ	1 (6.7)	4 (21.1)	2 (14.3)	7
ハルシヤギク	3 (20.0)	2 (10.5)	2 (14.3)	7
ミゾソバ	4 (26.7)	2 (10.5)	1 (7.1)	7
メリケンガヤツリ	4 (26.7)	1 (5.3)	2 (14.3)	7
イヌホオズキspp.	1 (6.7)	3 (15.8)	2 (14.3)	6
ノイバラ	3 (20.0)	2 (10.5)	1 (7.1)	6
コマツヨイグサ	0 (0.0)	2 (10.5)	3 (21.4)	5



表4・2 表層堆積物粒径が異なる調査区ごとの実生個体数

数字は個体数階級値の平均(範囲). 太字は個体数階級値の平均が2以上の種を示す.

アルファベットは堆積物粒径によって個体数階級値に有意な差があることを示す(a > b, p < 0.05, bonferroni test).

	φ < 2mm (n=15)	2mm < φ < 32mm (n=19)	32mm < φ (n=14)	全調査区 (n=48)
オオイヌタデ	5.7 (0-9)	4.7 (0-8)	4.1 (0-7)	4.8
ネズミムギ	3.0 (0-6)	3.3 (0-5)	1.9 (0-6)	2.8
オオカワヂシャ	<sup>a</sup> 3.9 (0-7)	<sup>b</sup> 1.3 (0-5)	2.6 (0-5)	2.5
カワヂシャ	<sup>a</sup> 3.4 (0-6)	<sup>b</sup> 0.9 (0-6)	2.6 (0-6)	2.2
ヤナギタデ	2.8 (0-5)	1.6 (0-6)	1.6 (0-6)	2.0
ヨモギ	1.5 (0-3)	1.5 (0-5)	1.9 (0-4)	1.6
タネツケバナ	1.7 (0-4)	1.5 (0-4)	0.8 (0-3)	1.4
ウシハコベ	0.9 (0-3)	<sup>a</sup> 2.1 (0-5)	<sup>b</sup> 0.8 (0-3)	1.3
ギシギシspp.	1.0 (0-3)	1.5 (0-6)	1.1 (0-3)	1.2
コハコベ	0.9 (0-3)	<sup>a</sup> 1.8 (0-6)	<sup>b</sup> 0.3 (0-1)	1.1
ノミノツヅリ	0.8 (0-3)	1.3 (0-5)	1.1 (0-4)	1.1
セイタカアワダチソウ	0.8 (0-5)	1.0 (0-4)	1.5 (0-5)	1.1
ヒロハホウキギク	1.3 (0-4)	0.8 (0-4)	0.6 (0-2)	0.9
イヌビエ	0.9 (0-4)	1.1 (0-5)	0.6 (0-4)	0.9
ムシクサ	<sup>a</sup> 2.1 (0-6)	<sup>b</sup> 0.4 (0-3)	<sup>b</sup> 0.1 (0-1)	0.9
シロザ	1.2 (0-5)	1.0 (0-6)	0.2 (0-1)	0.8
スズメノカタビラ	1.3 (0-4)	0.8 (0-7)	0.4 (0-3)	0.8
オオスズメノカタビラ	1.2 (0-5)	0.6 (0-4)	0.4 (0-3)	0.7
カキネガラシ	0.7 (0-3)	0.8 (0-4)	0.7 (0-5)	0.7
タチイヌノフグリ	0.3 (0-3)	0.8 (0-4)	0.9 (0-4)	0.6
スズメノテッポウ	1.1 (0-4)	0.3 (0-2)	0.6 (0-2)	0.6
ナガミヒナゲシ	<sup>b</sup> 0.1 (0-1)	<sup>a</sup> 1.1 (0-4)	0.4 (0-3)	0.6
ヒエガエリ	1.0 (0-4)	0.5 (0-3)	0.3 (0-2)	0.6
マメゲンバイナズナ	0.3 (0-2)	0.8 (0-3)	0.4 (0-3)	0.5
スカシタゴボウ	<sup>a</sup> 1.0 (0-3)	0.5 (0-3)	<sup>b</sup> 0.1 (0-1)	0.5
オランダミミナグサ	0.7 (0-4)	0.4 (0-2)	0.4 (0-2)	0.5
オランダガラシ	0.7 (0-3)	0.2 (0-1)	0.6 (0-2)	0.5
ケアリタソウ	0.3 (0-3)	0.6 (0-4)	0.4 (0-3)	0.5
オオアレチノギク	0.3 (0-3)	0.2 (0-2)	0.9 (0-4)	0.4
オオブタクサ	0.1 (0-1)	0.8 (0-5)	0.2 (0-3)	0.4
ツメクサ	<sup>a</sup> 1.0 (0-4)	<sup>b</sup> 0.2 (0-1)	<sup>b</sup> 0.0 -	0.4
アメリカセンダングサ	0.3 (0-2)	0.3 (0-4)	0.4 (0-2)	0.3
ツユクサ	0.3 (0-1)	0.5 (0-3)	0.1 (0-2)	0.3
ホトケノザ	0.5 (0-4)	0.4 (0-4)	0.1 (0-1)	0.3
ミミナグサ	<sup>b</sup> 0.1 (0-1)	<sup>a</sup> 0.8 (0-4)	<sup>b</sup> 0.0 -	0.3
ヤエムグラ	0.3 (0-3)	0.6 (0-3)	0.0 -	0.3
キュウリグサ	0.1 (0-2)	0.4 (0-2)	0.4 (0-3)	0.3
ナズナ	0.3 (0-2)	0.3 (0-4)	0.2 (0-2)	0.3
メヒシバ	0.3 (0-4)	0.3 (0-4)	0.3 (0-1)	0.3
ユウゲシヨウ	0.3 (0-2)	0.3 (0-2)	0.2 (0-3)	0.3
オオイヌノフグリ	0.1 (0-1)	0.5 (0-3)	0.1 (0-1)	0.3
ミゾバ	0.4 (0-3)	0.2 (0-4)	0.3 (0-4)	0.3
メリケンガヤツリ	0.6 (0-3)	0.1 (0-1)	0.2 (0-2)	0.3
シロツメクサ	0.3 (0-2)	0.2 (0-3)	0.3 (0-1)	0.3
ヒメムカシヨモギ	0.3 (0-1)	0.1 (0-1)	0.4 (0-2)	0.3
オッタチカタバミ	0.1 (0-1)	0.3 (0-2)	0.3 (0-3)	0.2
イヌガラシ	0.1 (0-1)	0.2 (0-2)	0.4 (0-2)	0.2
イヌホオズキspp.	0.1 (0-2)	0.3 (0-3)	0.1 (0-1)	0.2
ハルシヤギク	0.3 (0-3)	0.1 (0-1)	0.1 (0-1)	0.2
コマツヨイグサ	0.0 -	0.2 (0-2)	0.2 (0-1)	0.1
ノイバラ	0.2 (0-1)	0.1 (0-1)	0.1 (0-1)	0.1

表4・3 堆積物粒径によって実生の出現頻度または個体数が異なる植物

Fは出現頻度, Nは個体数が多いことを示す.

	$\phi < 2\text{mm}$	$2\text{mm} < \phi < 32\text{mm}$	$32\text{mm} < \phi$	沈降速度 (cm/s)
カワヂシャ	F, N		F, N	0.54
オオカワヂシャ	F, N		F, N	0.78
ムシクサ	F, N			0.59
スカシタゴボウ	F, N			-
ツメクサ	F, N			1.13
ナガミヒナゲシ		F, N		1.74
ミミナグサ		F, N		1.89
ウシハコベ		N		2.64
コハコベ		N		3.14
オオブタクサ		F		5.02
ヤエムグラ		F		4.94

表4・4 2mm以下の粒子の頻度%と個体数階級値の順位相関

Spearmanの順位相関係数の絶対値が0.2以上の種.

種名	r	p-level
ツメクサ	0.440	<0.01
ムシクサ	0.436	<0.01
オオイヌタデ	0.431	<0.01
スカシタゴボウ	0.440	<0.01
オオカワヂシャ	0.376	<0.01
シロザ	0.369	<0.01
ヤナギタデ	0.360	<0.01
カワヂシャ	0.316	<0.05
ミゾソバ	0.240	<0.05
ヒエガエリ	0.234	<0.05
スズメノテッポウ	0.221	<0.05
タネツケバナ	0.215	<0.05
ナガミヒナゲシ	-0.227	<0.05

表4・5 0.2mm以下の粒子の重量%と個体数階級値の順位相関

Spearmanの順位相関係数の絶対値が0.2以上の種.

種名	r	p-level
タネツケバナ	0.498	<0.01
ツメクサ	0.311	<0.05
ヒエガエリ	0.308	<0.05
ナガミヒナゲシ	0.300	<0.05
ヤエムグラ	0.297	<0.05
ミミナグサ	0.255	<0.05
オランダミミナグサ	0.224	<0.05
ヤナギタデ	-0.274	<0.05
ヨモギ	-0.293	<0.05
シロザ	-0.307	<0.05
ヒロハホウキギク	-0.353	<0.05
メリケンガヤツリ	-0.367	<0.01

表4・6 発芽実験で発芽した種との共通性

	全種(110種)		出現5回以上の種(41種)	
	共通種数(%)	共通係数	共通種数(%)	共通係数
土砂の試料から発芽した種	27 (24.5)	0.220	18 (43.9)	0.295
デブリの試料から発芽した種	24 (21.8)	0.195	16 (39.0)	0.279

表5-1 河床の一年生植物群落の種組成と種子の沈降速度

ローマ数字は常在度(+:0-10%, I:10-20%, II:20-40%, III:40-60%, IV:60-80%, V:80-100%)を示す。

\* Fは浮遊性種子。

種名	群落		沈降速度* (cm/s)	種名	群落		沈降速度* (cm/s)
	A	B			A	B	
ネズミムギ	IV	V	3.41	コマツヨイグサ	・	IV	2.90
オオスズメノカタビラ	V	V	2.13	ヨモギ	+	III	0.81
カワヂシャ	V	IV	0.54	ヤエムグラ	+	III	4.94
タネツケバナ	V	IV	0.94	ハハコグサ	+	III	
オオカワヂシャ	V	III	0.78	セイヨウアブラナ	・	III	3.89
ナガバギシギシ	III	IV	F	ナガミヒナゲシ	・	III	1.74
ヒエガエリ	III	IV		メマツヨイグサ	・	III	1.45
ヒロハホウキギク	IV	IV	F	オッタチカタバミ	+	III	1.21
オオイヌタデ	III	IV	2.97	チチコグサモドキ	・	III	
オオアレチノギク	III	V	0.32	イヌムギ	・	III	
スズメノテッポウ	IV	IV	1.49	タチイヌノフグリ	・	III	1.21
ウシハコベ	III	V	2.64	ホトケノザ	・	III	1.99
ムシクサ	IV	III	0.59	シロザ	+	II	3.29
オオイヌノフグリ	II	V	2.57	キツネアザミ	+	II	
スカシタゴボウ	III	IV	F	アメリカフウロ	・	II	
カキネガラシ	II	V	1.82	ウラジロチチコグサ	+	II	
スズメノカタビラ	II	IV	1.16	ヘラオオバコ	+	II	
エゾノギシギシ	II	IV		ヤブジラミ	・	II	
ノゲシ	II	IV	0.55	カナムグラ	・	II	
ユウゲショウ	II	III	0.68	オニノゲシ	・	II	
ノミノツツリ	II	IV	1.85	ムラサキツメクサ	・	II	
ヒメムカシヨモギ	II	IV	0.29	スズメノチャヒキ	・	II	
ケアリタソウ	I	IV	1.72	カタバミ	・	II	
キュウリグサ	I	III					
オランダガラシ	IV	II	1.58	アメリカセンダングサ	I	+	F
コハコベ	II	III	3.14	ミゾソバ	II	・	3.50
イヌガラシ	III	II	1.20	セイヨウカラシナ	I	I	
ヤハズエンドウ	II	III	14.45	オニタビラコ	I	I	
マメゲンバイナズナ	I	III	1.04	ミズハコベ	I	+	
シロツメクサ	I	III		オオバコ	+	I	
カモジグサ	I	III		ムシトリナデシコ	・	I	
オランダミミナグサ	I	III	1.32	イヌタデ	・	I	
オヤブジラミ	I	III	3.13	セリバヒエンソウ	+	I	
ハルシヤギク	II	II		ノボロギク	・	I	
オオブタクサ	III	II	5.02	カラスムギ	・	I	
ナズナ	I	II	0.56	タガラシ	I	+	
ツメクサ	II	II	1.13	アレチギシギシ	・	I	
ヒメジョオン	II	II		メヒシバ	・	I	
ノミノフスマ	II	I		ブタクサ	・	I	
カズノコグサ	I	I		ヤナギタデ	I	・	
				ヒメオドリコソウ	I	+	
				シナダレスズメガヤ	・	I	
				ツユクサ	・	I	
				ブタナ	+	+	
				ハナダイコン	・	I	
				ウスベニチチコグサ	・	I	