

# 森林の土壌流出と水や生きものへの影響

森林土壌は長い年月をかけて森林の生きものの働きによってつづられます。この土壌が、森林の水源かん養機能の発揮や森林生態系の健全化に重要な役割を担っています。

## 土壌流出の原因

### ① 人工林の手入れ不足

植林してもその後の間伐が不十分であると、林内に日光が入らないため、下層植生が生育できません。



### ② 増えすぎたシカの影響

丹沢山地では近年シカの生息数が増え、餌となる植物とのバランスが崩れてしまっています。シカによる過度の採食により下層植生は乏しい状態です。

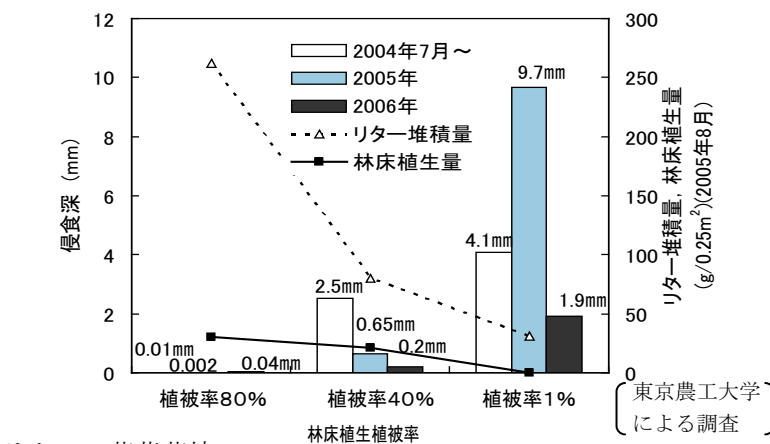


地表面を覆う下層植生がなくなり、地面がむき出しになることが、土壌流出の直接的な原因です。

## 土壌流出の現状

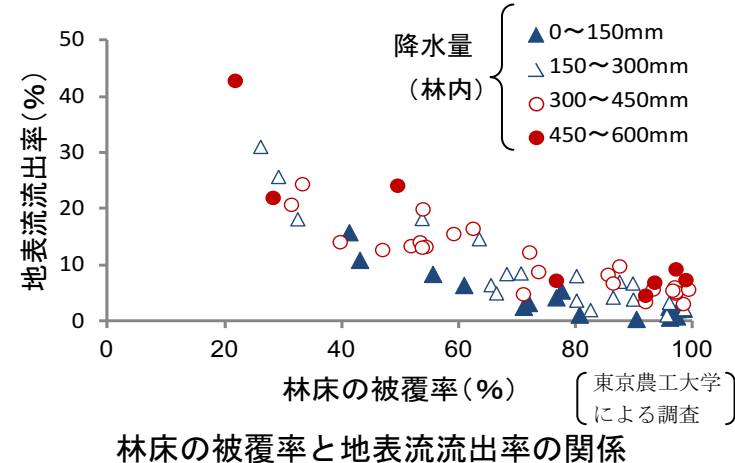
地面がむき出しになると、雨が降った時に土壌が流出します。

下層植生が地表面を80%覆っていた場所では土壌流出はほとんど発生しませんでした。下層植生が地表面の1%しか覆っていない場所では年間で土壌表層の2mm~1cmが流出していました。これは、植生のまったくないはげ山と同程度の流出量です。



植生被覆率と土壌侵食深の関係

むき出しになった地面では、雨が降ったときに地中に水がしみこみにくくなります。下層植生や落葉による地表面の覆いが少ないほど、地表流は増加します。この地表流によって表層の土壌も流されます。



林床の被覆率と地表流流出率の関係

## 引き起こされる問題

### ● 水源かん養機能の低下

降った雨は地中にしみこまず、地表を流れ去っていきます。雨が降ったときにただちに流れ出る水は増えますが、その分だけ地中に保水される水は少なくなります。地表を流れる水に養分を含んだ土壌も流され、徐々に森林土壌は貧弱になります。流された土壌は下流の河川で濁水となります。

### ● 森林生態系の劣化

森林の下層植生が衰退することによって植物の多様性が低下します。特にシカの採食による場合は、シカの好まない植物種に偏ります。このような下層植生の多様性の低下は、昆虫、土壌動物、鳥などをはじめとした森林の生きもの全体の多様性の低下につながり、本来の自然に備わっている病害虫など各種被害への抵抗力や回復力の低下が危惧されます。



スズタケの消失



シカの好まない植物の増加\*

水源地域の自然に本来備わっている能力が低下し、将来的に、良質な水を安定的に確保することが難しくなります。

## 森林・シカの一体的管理

間伐、植生保護柵、土壌保全工、シカ捕獲を一体的に実施し、下層植生の回復を図ります。

### 間伐



現在すすめている  
土壌流出対策

### 植生保護柵



シカ管理捕獲

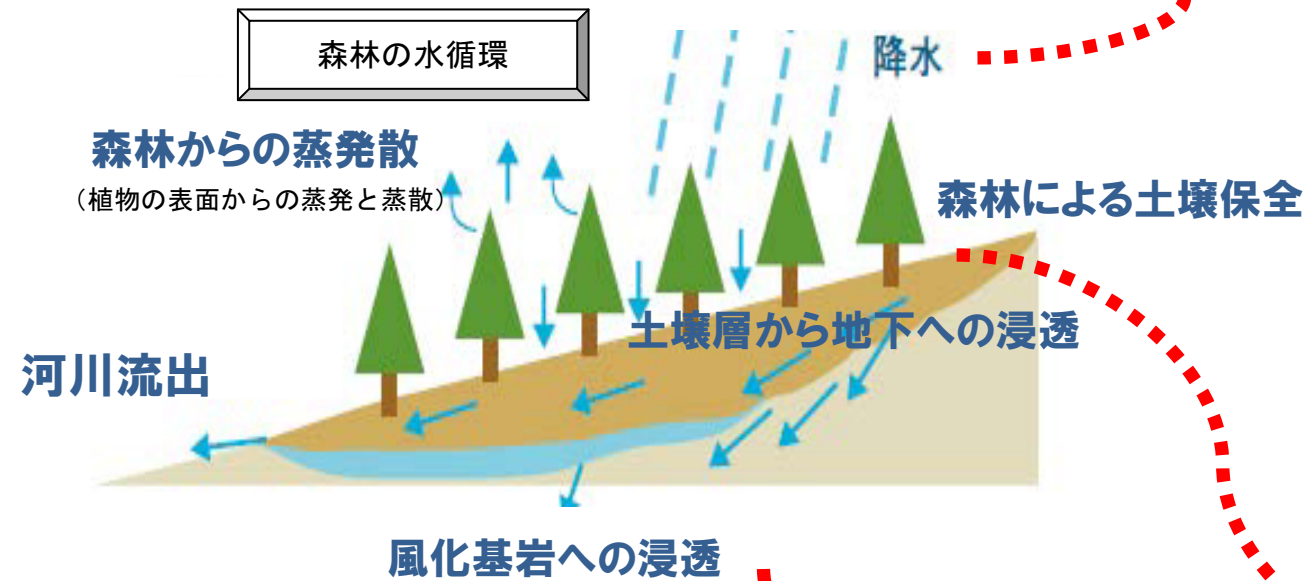
### 土壌保全工



# 森林管理と水源かん養機能のかかわり

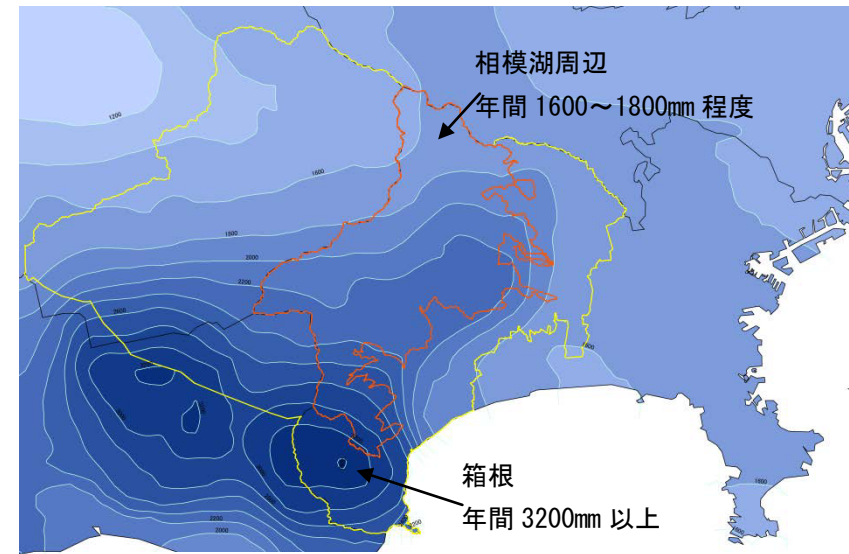
水源地域の大部分は森林に覆われた山地です。通常、山地に降った雨は、森林を経由していったん地中に浸透し、河川に流出します。

森林からの水の流出には、①降雨、②地質等の地下の状態、③森林の状態の3つが関係します。森林の状態については、特に土壌の保全が重要です。



## ～水源地域の降水量～

年間降水量は、箱根では3200mmを超える一方、相模湖周辺では1600～1800mm程度であり、地域によって約2倍の差があります。

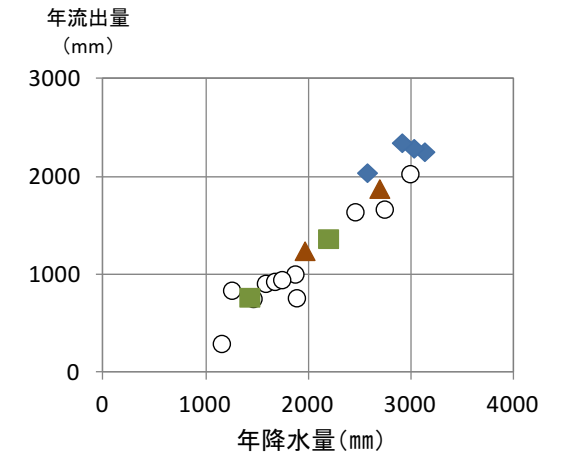


降水量分布図 (2000～2010 年平年値)

気象庁メッシュ平年値より作成

## ～年間の降水量と流出量～

森林流域から流出する水の量は、大きくは降水量に対応しています。



○国内の主な試験流域

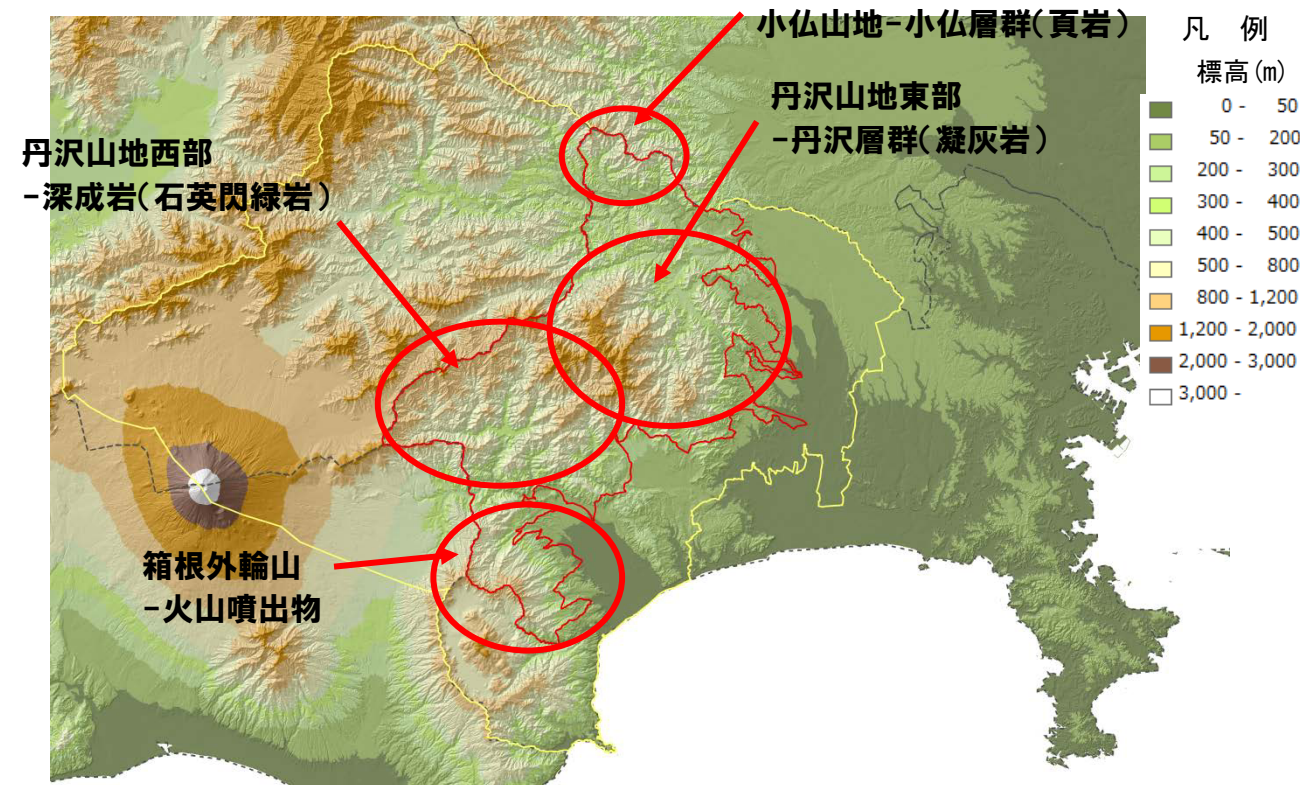
◆大洞沢(No.1) 2010～2013年

■貝沢(No.4) 2012、2013年

▲ヌタノ沢(B) 2012、2013年

## ～水源地域の山地と地質～

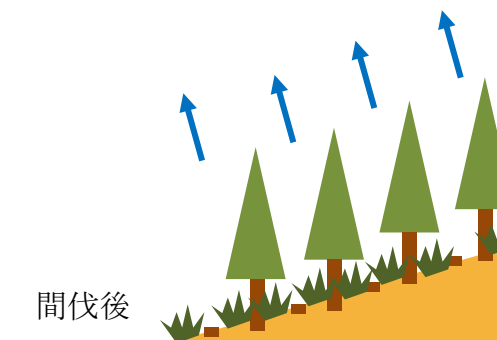
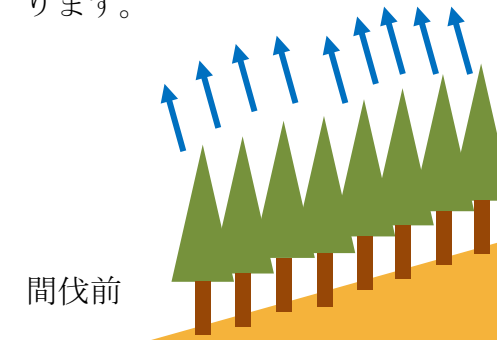
水源地域には、丹沢山地、小仏山地、箱根山地などいくつかの山地があります。これらの山地は、それぞれ成り立ちが異なるために地質が異なり、水の浸透しやすさや保水性も異なります。



## ～森林からの蒸発散～

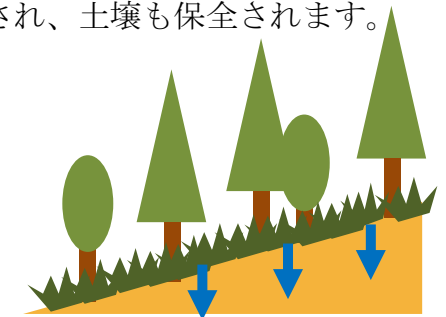
樹木は根から水を吸い上げて、葉から大気中に水蒸気を放出しています。(これを蒸散作用といいます。)

たとえば人工林で間伐をして樹木の本数が減ると、森林全体の水蒸気の放出量が減ります。



## ～森林による土壌保全と土壌層での水の浸透～

地表面が下層植生や落葉で覆われていれば、降った雨も地中にしみ込みやすくなり、地下に保水され、土壌も保全されます。



下層植生がなく地面がむき出しになっていると、降った雨が地中にしみ込みにくくなり、短時間に地表を流れ去る水の割合が増えます。

地表を流れる水に養分を含んだ土壌も流され、森林土壌は貧弱になります。流された土壌は下流で濁水となります。

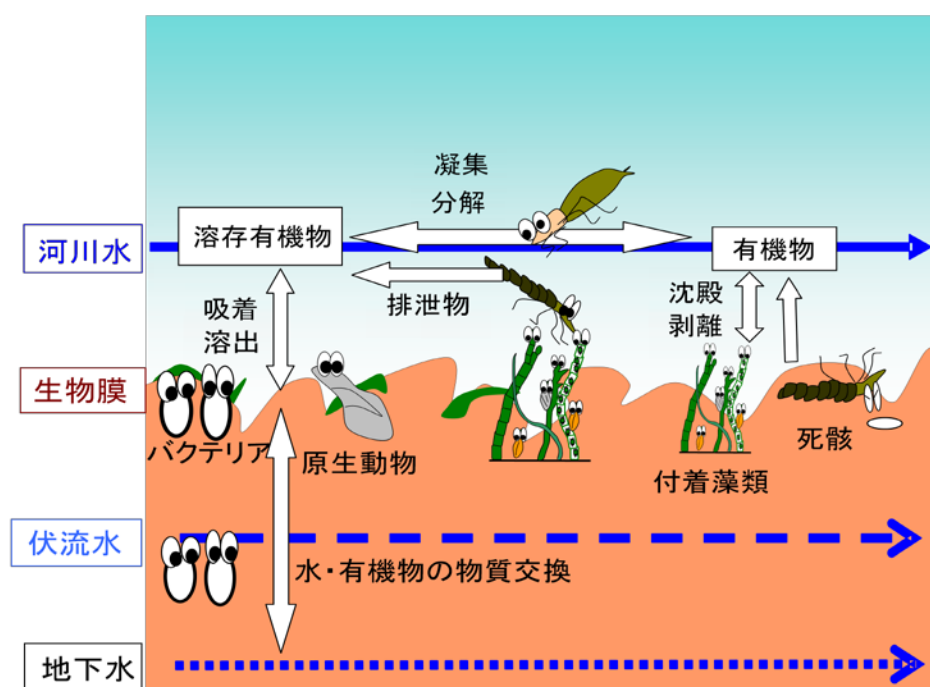


## 川は自然の浄水場 ～微生物の力～

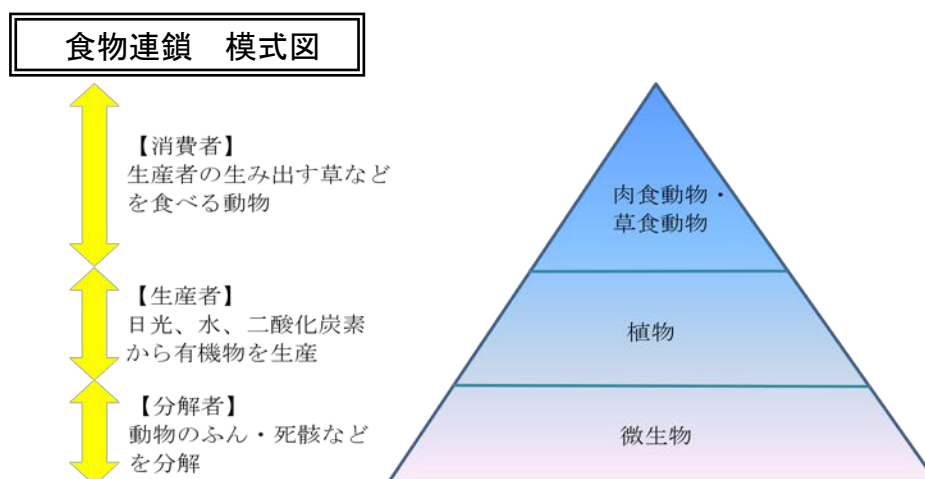
本来、川には様々な動植物が生息しており、自然の力で川の汚れが分解されています。その大事な役割を担うのが微生物です。

食物連鎖の中において、微生物は、動物のふん・死骸などの川の中の汚れ（有機物）を食べて分解することで、植物などが利用できる栄養分を作り出しています。その栄養分が土の中に供給されると、様々な動植物が生育できるようになり、バランス良く食物連鎖が起こるようになります。

このように、微生物が有機物を食べて分解することにより、多様な生態系がつくられ、川が自然に浄化されることになるのです。



生態系の環境 浅枝隆[編著] 引用（一部改変）



## 川の自然浄化機能を発揮させるためには

本来、河川は、流域ごとの生態系の中で自然の浄化機能を有しています。

これまでに行ってきたダム建設やコンクリート構造による河川改修は、私たちに安全で安心な生活の基盤をもたらしましたが、一方で河川の生態系にも影響を与えることになりました。

これからの河川整備では、流域の環境に応じて、次のような生態系に配慮した整備を行うなど、安全対策のみならず本来河川が持つ浄化機能を最大限に発揮させることが必要です。

### ◇ 瀬と淵、落差をつくる。

瀬は、流れが早く酸素が豊富な場所であり、水が礫の間を流れることで浄化される場所である。

淵は、水深が深く流れがゆるやかな場所であり、生物の生息場所となる。



落差があると水中の動植物に必要な酸素が供給できる（落差は生物の移動の妨げにならないようにする。）。

### ◇ 護岸は空積みが好ましい。

植物は、栄養として窒素・リンを吸収するだけでなく水中の有害物質も吸収する。

日当たりが良いと植物がよく育ち浄化効果が高まる。



護岸の石のすき間は微生物の生息場所となり浄化機能が増す。

### ◇ 水域と陸域の境界線をつくる。

水域と陸域の境界線があると、陸と水の連続性が確保され、多様な生物が棲めるようになる。



水位の変動により土の中に酸素が多く取り込まれ、浄化効果が高まる。

◇ 湧水を取り入れたり、生物が移動できるような工夫をする。

湧水は大量のミネラルを含み、水温が一定であることから、水質浄化効果の高い水草の生育を助ける。

傾斜を緩やかにするなど連続性があると、生物が移動でき、多様な生物が棲めるようになる。



川の底が水の浸透できる地質であれば、水は礫や砂の中を通り浄化される。また、土の中に生物が息できるようになる。

◇ 生活排水等の汚水は、河川に流入する前に浄化する。

濃度が薄まってから浄化するのは効果が少ないため、汚水の流入箇所に局所的な浄化施設を設置し、濃度の高いうちに処理すると浄化効果が高まる。



河川敷がある場合は、汚水を河川敷で蛇行させてから河川へ流入させると、さらに浄化効果が高まる。

< コ・ラ・ム ～生態系に配慮した河川・水路等の整備指針～ >

多自然川づくりの事例集については、多くの著書が存在するが、河川の整備によりなぜ浄化が行われるのか、という視点をわかりやすく記載したものは少ない。

そこで、浄化効果のある河川整備をさらに普及させるため、県と共に整備指針の検討を開始した。

地域の特性に応じた整備方法を検討できるように、市町村の担当者に協力を得て現場に赴き、意見交換をしながら整備指針の検討を進め、平成25年度に①推奨する整備方法、②整備が浄化を促進させる理由、③施工例の写真の3つを基本セットとした生態系に配慮した河川・水路等の整備指針をとりまとめた。

この整備指針は、どのような整備をすれば自然浄化機能が向上するのかを学術的にわかりやすくとりまとめた全国的にも先進的なものであり、この整備指針を元に生態系に配慮した河川整備がさらに普及し、全国の河川がより自然浄化機能を発揮するようになることを期待する。

(埼玉大学大学院理工学研究科教授 浅枝 隆 (県民会議副座長))

## 1 評価結果の全体総括

### (1) 水源環境保全・再生施策の総合的な評価（中間評価）について

総合的な評価（中間評価）の仕組みについては、44～45ページの「水源環境保全・再生施策の総合的な評価（中間評価）について」で整理しています。

### (2) 評価結果の全体総括

#### ① 各事業の量的指標(アウトプット)・質的指標(1次的アウトカム)による評価

- 森林の保全・再生に関しては、概ね計画通りに進捗しています。人工林では、水源林整備を通じて下層植生の回復、土壌の保全が進んでいます。なお、シカ生息地では、シカ対策と連携して取り組むことが重要となっています。

また、自然林では、シカ管理・土壌保全対策を継続的・一体的に実施した場所で、下層植生の回復・土壌流出防止の効果が確認されています。

- 河川の保全・再生に関しては、目標を上回る事業進捗により、河川・水路における自然浄化対策が進展し、水質調査の結果に大きな変化はないものの、底生動物の増加が確認された箇所もあるなど一定の効果が出てきています。

- 水源環境への負荷軽減に関しては、公共下水道整備について着手可能な地域から順次整備を進めるとともに、合併処理浄化槽整備について丹沢湖集水域における一般家庭の浄化槽整備が着実に進捗するなど、これまでの取組により、年間にすると窒素約20t、リン約3tの負荷量が軽減されたこととなります。

ただし、公共下水道整備については道路境界未確定などの課題があるため、また、合併処理浄化槽整備については浄化槽を設置する家庭の個別事情など難しい課題も多いため、いずれも整備に時間を要しています。

- 地下水の保全・再生に関しては、10市町において、地下水保全計画に基づき地下水保全対策事業を実施しており、地下水汚染のある地域では浄化装置による汚染対策を実施して有害物質を着実に除去しています。また、現在10市町が取り組んでいるモニタリング事業の結果によると、従前からの地下水の水位レベルを概ね維持しています。

## ② 各事業の統合的指標（２次的アウトカム）による評価

### <水源かん養機能の向上、生態系（森林）の健全化>

- 水源かん養機能に関しては、森林斜面での測定結果によると下層植生が回復して下層植生と落葉を合わせた被覆率が75%以上であると、地表に到達した降雨の9割以上が地中に浸透し、土壌もほとんど流出していませんでした。また、試験流域における現地観測結果などにに基づき、水循環モデルを用いたシナリオ別の解析を行い、下層植生が回復すると年間の流量の差が小さくなる（流量の安定化）傾向、一方、下層植生が大きく衰退すると年間の流量の差が大きくなるとの予測結果が得られました。

これらのことから、下層植生回復と土壌保全が下流の河川流量の安定化をもたらす長期的には水源かん養機能の維持・向上に結びつくと考えられます。

- また、現地調査の結果から、下層植生回復は下層植物や林床性昆虫の種の多様性につながり、長期的には森林生態系の健全化に結びつくと考えられます。
- こうしたことから、水源地域の森林の水源かん養機能や森林生態系の健全化は維持・向上の方向にあると考えられます。

### <生態系（河川）の健全化、水源水質の維持・向上>

- 水源地域の河川環境を調査した河川モニタリング結果では、水質や動植物の生息状況に大きな変化はなく、総じて良好な水源水質であるといえます。
- 地下水質測定（メッシュ調査）結果では、地下水を主要な水道水源としている地域における環境基準非達成地点は減少傾向にあり、測定された有害物質の種類も減少しています。
- 公共下水道整備などの生活排水対策により、公共用水域の環境基準達成率は向上していますが、主要な水源である相模湖・津久井湖では、アオコの発生原因ともなる窒素やリンといった栄養塩類の濃度が依然として高い富栄養化状態にあります。

### ③ 施策全体の目的（最終的アウトカム）による評価

- 最終的アウトカムは、評価の時間軸を10年～20年とする長期的評価であることから、現時点での評価は暫定的なものですが、これまでのところ、水源保全地域において水循環機能の保全・再生が図られていく過程にあると考えられます。
- 今後も、水源かん養機能の向上、生態系の健全化、水源水質の維持・向上に向けたこれまでの取組を続けていくことによって、将来にわたる良質な水の安定的確保につなげていくことが重要です。



