

V 付 録

**<総合的な評価(中間評価)報告書
(H27.8)より抜粋>**

水源環境保全・再生施策の経緯と特徴

1 かながわの水資源

現在、神奈川県内の水道水源は、約6割が相模川水系、約3割が酒匂川水系により賄われ、両水系に設けられた4つのダム（相模ダム、城山ダム、宮ヶ瀬ダム、三保ダム）が、水がめとして大きな役割を果たしています。

神奈川県には、人口増加や工業化の進展に伴う水需要の増大を背景として、大きな水不足を経験しながら、新たな水源開発による水量の拡大をめざして、相模ダムの建設をはじめとして、ダムや取水施設（取水堰）など、水を利用するための施設の整備に60余年にわたり取り組んできた歴史があります。

平成13(2001)年の宮ヶ瀬ダムの完成により、経済の発展や豊かな県民生活を支える水資源の供給体制が概ね整い、現在、本県では水不足への心配は極めて少ない状況です。

2 施策導入時点の課題

一方、施策の導入を検討していた頃、水を育む水源環境では、新たな課題が顕在化していました。水がめである一部のダム湖では、周辺地域の生活排水対策の遅れなどを背景として、窒素・リン濃度が高い富栄養化の状態にあるところもあり、夏期の水温上昇や少雨・渇水による流入水の減少時には、アオコと呼ばれる水中の植物プランクトンの大量発生が懸念されていました。

また、緑のダムとして雨水を貯える水源地域の森林では、平成以降、人工林の手入れ不足やシカによる下草の採食により林内の裸地化が進んでいます。本来あるべき下層植生がなくなってしまったために、降った雨が地中にしみこみにくくなり土壌は流出し、降った雨をゆっくり下流に流出させる森林の機能が低下していました。

3 水源環境保全税の導入

このため、県では、平成12年から5年間にわたり、今後の水源環境保全・再生のあり方について、県民や市町村等との意見交換、県議会における議論など様々な形で議論を重ね、こうした議論に基づいて、平成19年度以降の20年間における水源環境保全・再生の将来展望と施策の基本方向について「かながわ水源環境保全・再生施策大綱」として取りまとめました。

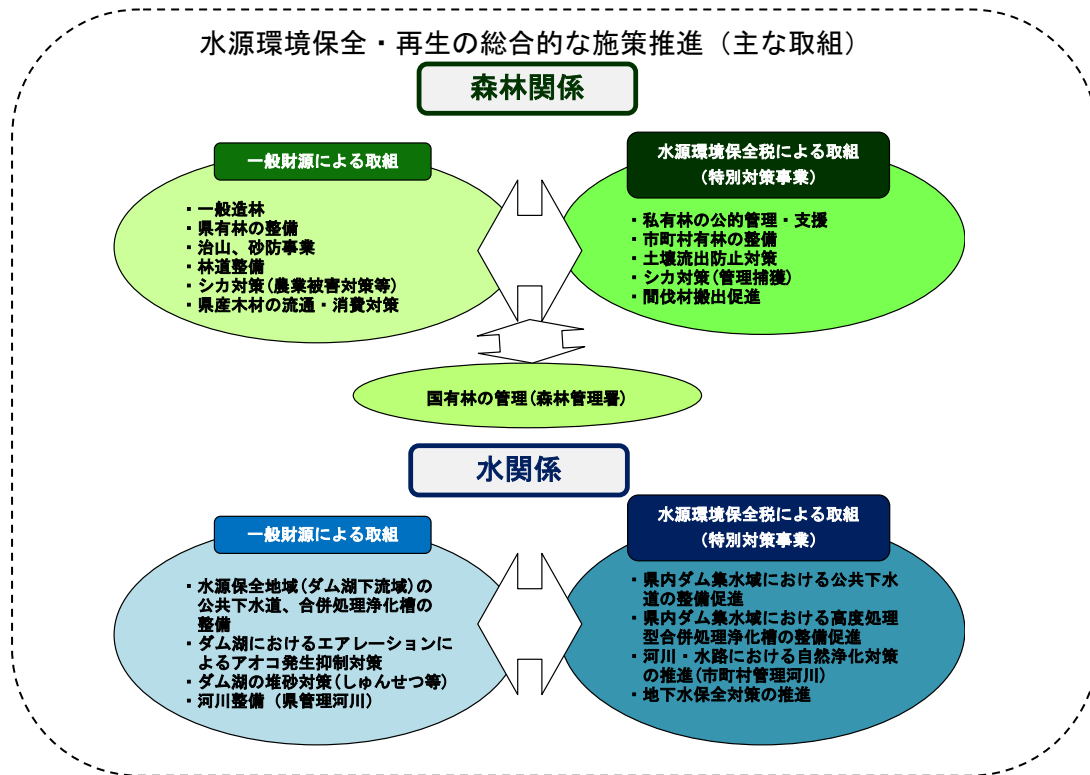
また、この施策大綱に基づき、平成19年度から5年間で取り組む特別の対策事業について「かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画」として取りまとめるとともに、計画実行の裏付けとなる安定的な財源を確保するため、個人県民税の超過課税（水源環境保全税）を導入し、第1期、第2期（平成24年度～平成28年度）と事業を展開してきました。

4 水源環境保全・再生施策

水源環境保全・再生施策は、自然が本来持っている水循環機能（水が自然の中を循環する中で発揮される水源かん養機能や水質浄化機能）を保全し高めるための施策や、水源環境への負荷軽減を推進することによって、水源環境を良好な状態に保ち、将来にわたり県民が必要とする良質な水の安定的確保を目指す取組で、神奈川の水源地域である県西部や県外上流域（山梨県）を主たる対象地域として展開しています。

施策大綱では、水源環境保全・再生に関わる幅広い施策を、体系的に推進することとし、森林や河川、地下水の保全・再生など、施策全体は60事業で構成されていますが、このうち「実行5か年計画」に位置付けられている12事業については、「水源環境保全税」を財源とする「特別対策事業」として実施しています。特別対策事業の対象は、主として、水源かん養や公共用水域の水質改善など、水源環境の保全・再生への直接的な効果が見込まれる取組としています。また、特別対策事業以外の事業については、一般

財源により実施しており、総合的な施策推進が図られています。



5 順応的管理の考え方に基づく施策推進

水源環境保全・再生の取組は、自然を対象としたものであり、施策の実施によりどのような効果が現れるかについては、当該施策だけではなく、他の施策や自然条件によって大きく左右されます。また、現在の科学的知見では将来の自然環境に及ぼす影響を正確に把握することには限界があります。そのため、事業の実施と並行して、事業実施に伴う自然環境の状況を把握しながら、施策の評価と見直しを行い、柔軟な施策の推進を図る必要があります。

そこで、このような順応的管理の考え方に立ち、県民会議のもとで、着実かつ効果的な計画の推進を図ります。

<施策推進のイメージ>



<参考> モニタリング調査の成果を事業に反映した事例

- ・ 水源の森林づくり事業のモニタリング調査で得られた知見が、平成25年3月の「水源林整備の手引き」の改訂に反映された。（除伐の取扱い、混交林化や広葉樹林整備の整備手法にかかる細部の具体化、リターを留める土壌保全工の追加、施業と連携したシカ管理捕獲の導入など）
- ・ 溪畔林整備事業のモニタリング調査で得られた知見が「溪畔林整備の手引き」に盛り込まれた。
- ・ 丹沢大山の保全・再生対策のモニタリング調査で開発された簡易なモニタリング手法が他の各種事業モニタリングにも導入されている。

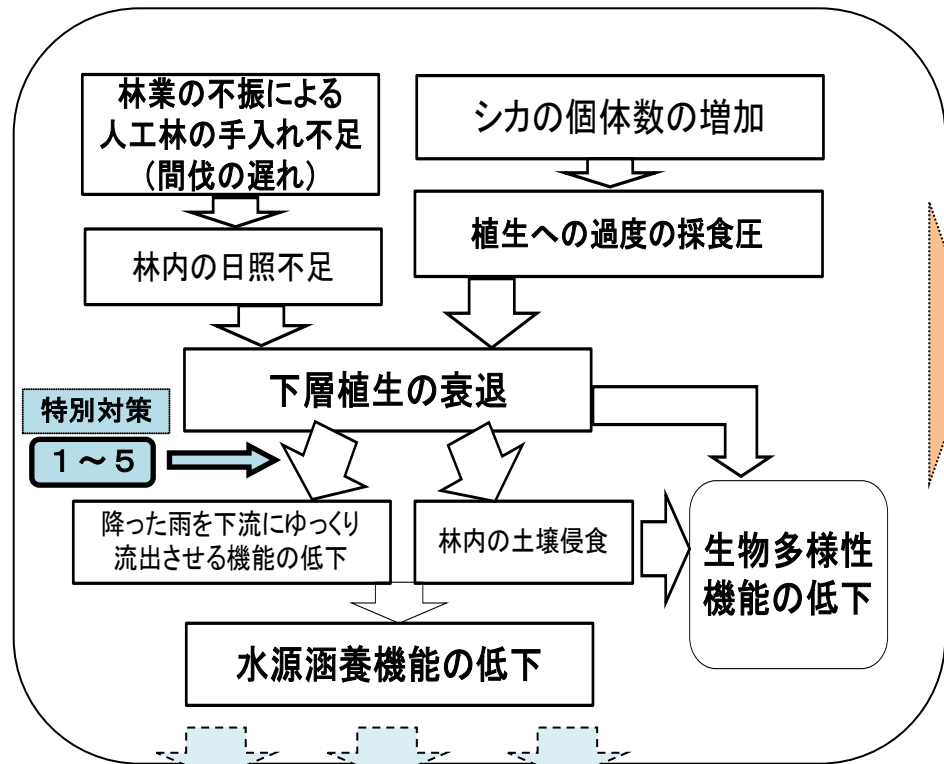
神奈川県の水環境の課題と施策展開について（第2期5か年計画）

【課題に対する施策展開（特別対策事業・既存事業等）】

- 1 水源の森林づくり事業の推進
- 2 丹沢大山の保全・再生対策
- 3 溪畔林整備事業
- 4 間伐材の搬出促進
- 5 地域水源林整備の支援
- 6 河川・水路における自然浄化対策の推進
- 7 地下水保全対策の推進
- 8 県内ダム集水域における公共下水道の整備促進
- 9 県内ダム集水域における合併処理浄化槽の整備促進
- 10 相模川水系上流域対策の推進

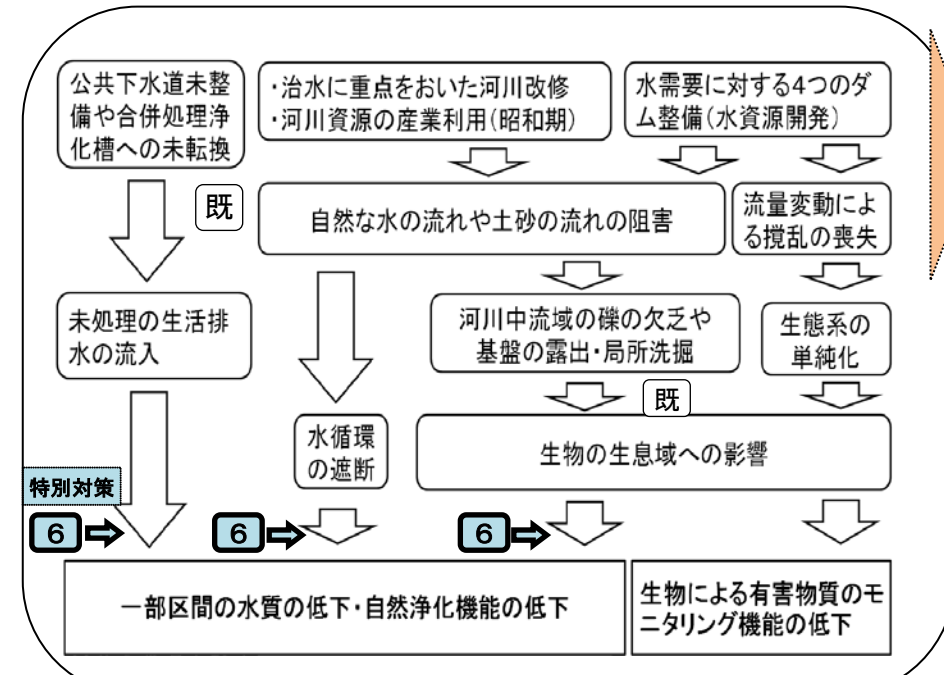
- 既 既存事業（施策大綱構成事業）
- 法 法令等の規制による

【森林の課題】

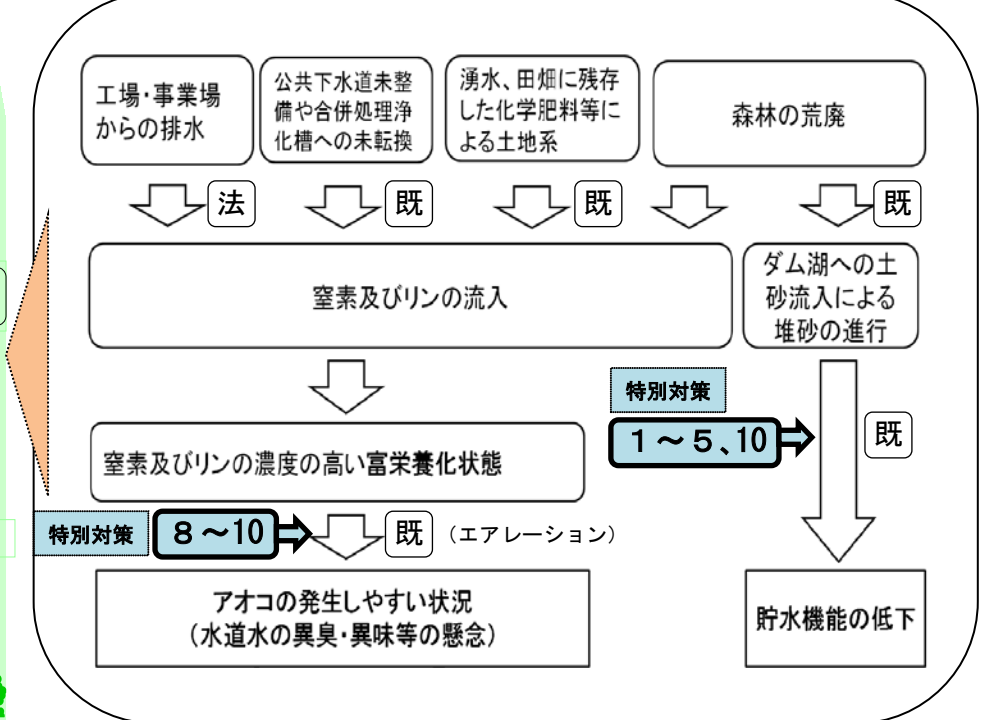


河川中流域の課題へ ダム集水域の課題へ 地下水の課題へ

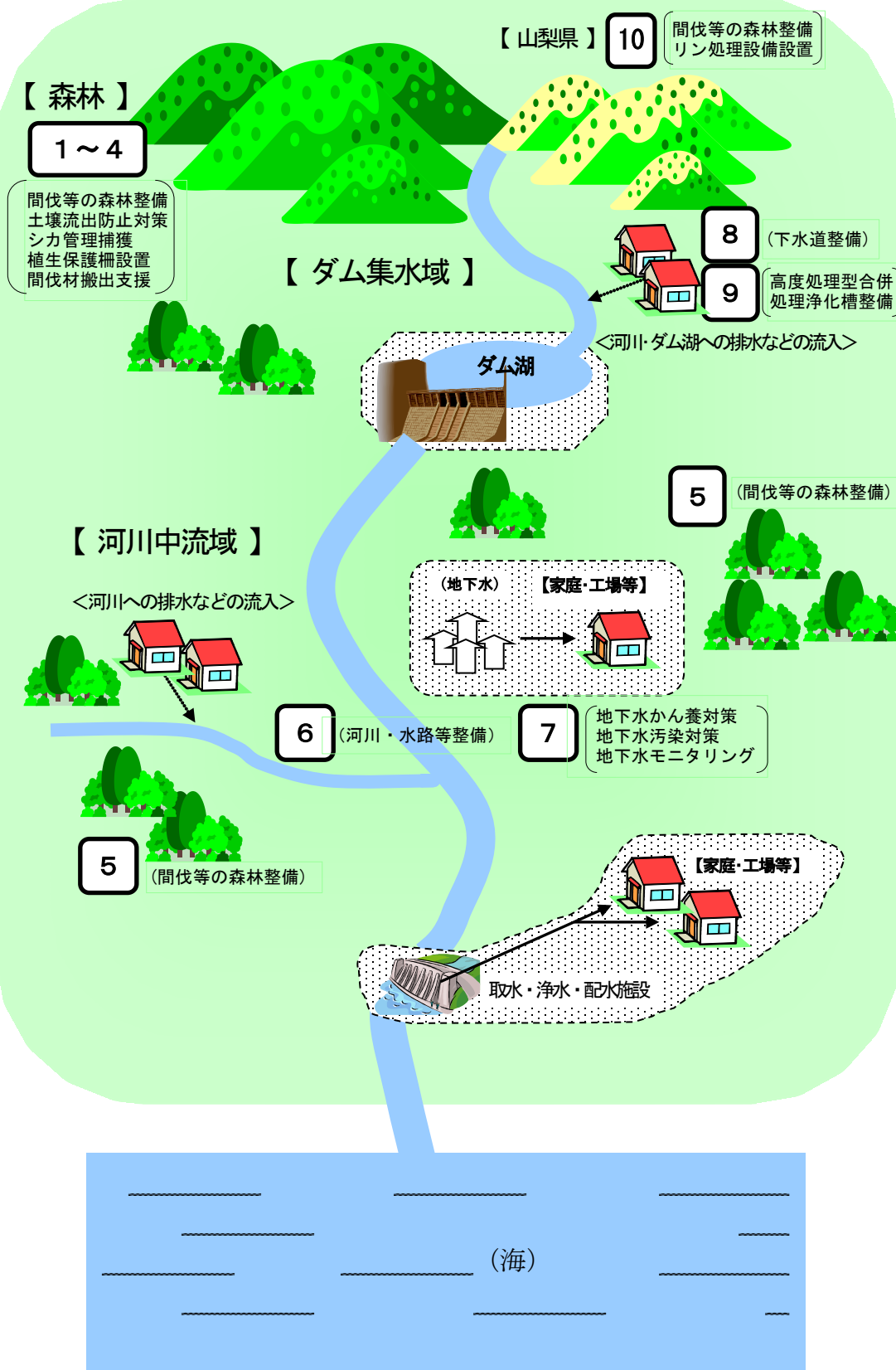
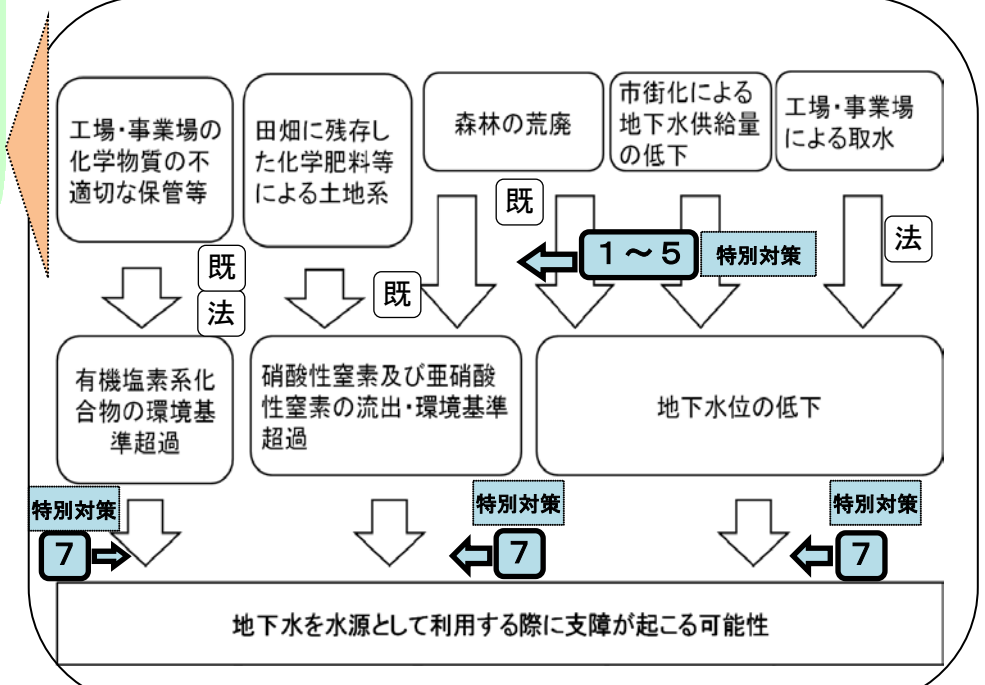
【河川中流域の課題】



【ダム集水域の課題】



【地下水の課題】



かながわの水環境の現状



① 相模ダム（相模湖）

京浜地帯の人口増加や工業の進展に伴う水需要の増大などに対応するため、県が全国に先駆けて行った広域的な水資源開発事業であり、昭和 13 年に計画され、9 年の歳月を費やして完成しました。



- 昭和 22 (1947) 年完成
- 重力式コンクリートダム
- 堤高 58.4m
- 有効貯水容量 4,820 万 m³

かながわの水がめは？ ～4つのダム湖～

かながわの水がめは、大きくは相模川水系（相模ダム・城山ダム・宮ヶ瀬ダム）と酒匂川水系（三保ダム）に分けられます。

この2つの水系により県内水需要の9割以上を賄っており、4つのダムは「かながわの水がめ」として大きな役割を果たしています。

神奈川県では、戦災復興、高度経済成長などによる水需要の増大を背景として、大きな水不足を経験しながら水源開発が行われてきました。

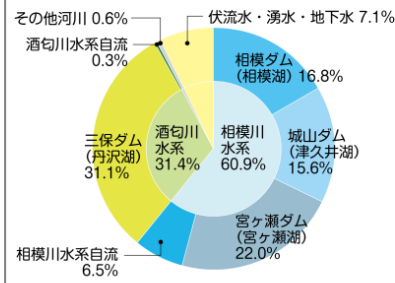
現在では、4つのダムが大きな役割を果たし、水不足への心配は極めて少なくなりました。

～かながわの渇水～

平成 8 年、神奈川県は昭和 42 年以來の 29 年ぶりの渇水に見舞われました。

記録的な少雨によりダム湖の貯水量が大幅に減少し、最大で 10% の取水制限が行われ、一部の地域で断水が発生するなどの影響が出ました。

神奈川県内の上水道の水源別構成比
(平成 25 年 4 月 1 日現在)



※自流：ダムなどによって流量調整を行わない時に、その河川に自然状態で流れている水の量



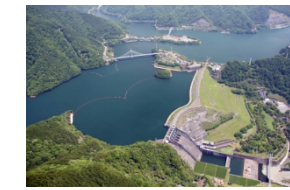
- 凡例
- 相模川水系の水
 - 酒匂川水系の水
 - 相模川 + 酒匂川水系の水
 - その他の河川の水
 - 地下水、伏流水、湧水等
 - 各ダム、取水施設に降雨が集まってくる範囲

※河川、地下水などを併用している場合は、量の多い方で示しています。
平成 24 年 7 月 31 日時点



③ 三保ダム（丹沢湖）

昭和 40 年代に入り、さらなる水需要の急激な増大に対して、相模川水系のみで供給量を確保することが困難となり、酒匂川水系では初めてのダムとして、下流の飯泉取水施設（取水堰）と共に建設されました。



- 昭和 54 (1979) 年完成
- ロックフィルダム
- 堤高 95m
- 有効貯水容量 5,450 万 m³



④ 宮ヶ瀬ダム（宮ヶ瀬湖）

21 世紀に向けて県民に水道水を安定的に供給するため、相模川水系中津川において、国の事業により建設されました。水資源の有効利用を図るため、相模ダム、城山ダムとの総合運用を行っています。

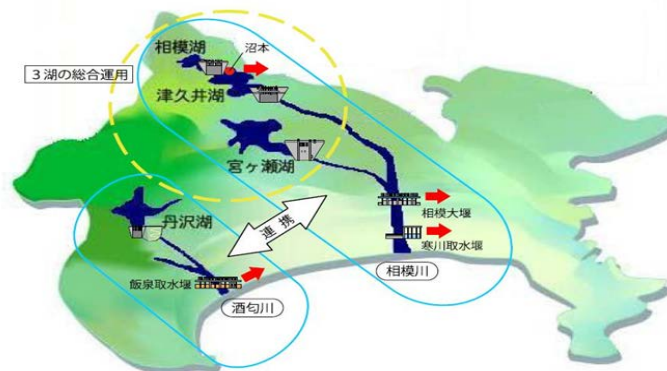


- 平成 13 (2001) 年完成
- 重力式コンクリートダム
- 堤高 156m
- 有効貯水容量 1 億 8,300 万 m³
(相模、城山、三保の 3 つのダムの合計を上回る貯水量)

相模川水系と酒匂川水系間の連携

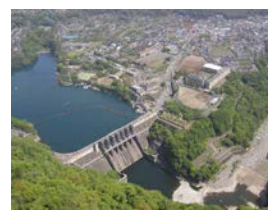
相模川水系の相模湖、津久井湖と宮ヶ瀬湖は導水路で繋がれており、3湖を総合運用することでダム湖の水を効率的に利用し、水道水の安定供給を図っています。

また、相模川水系（沼本ダム、相模大堰（ぜき）、寒川取水堰（せき））と酒匂川水系（飯泉取水堰（ぜき））の2つの水系間で連携することで、バックアップ機能を強化しており、災害や水質事故等による影響を低減しています。



② 城山ダム（津久井湖）


昭和 30 年代後半から著しく増加した水需要に対応するため、県、横浜市、川崎市、横須賀市の共同事業により、下流の寒川取水施設（取水堰）と共に建設されました。



- 昭和 40 (1965) 年完成
- 重力式コンクリートダム
- 堤高 75m
- 有効貯水容量 5,120 万 m³


かながわの水がめの水質

【森林】

ミネラルを含むきれいでおいしい水は青信号 


森林には、水源かん養機能（森林が水資源を蓄え、育み、守るはたらき）があります。
森林に降った雨は、ゆっくりと土の中にしみこんで、地下水に蓄えられ、少しずつ川に流れていきます。雨水は、森林にしみこむ間に自然の力でろ過されると同時に、自然のミネラルが溶けこんで、きれいなおいしい水になるのです。

【ダム湖】

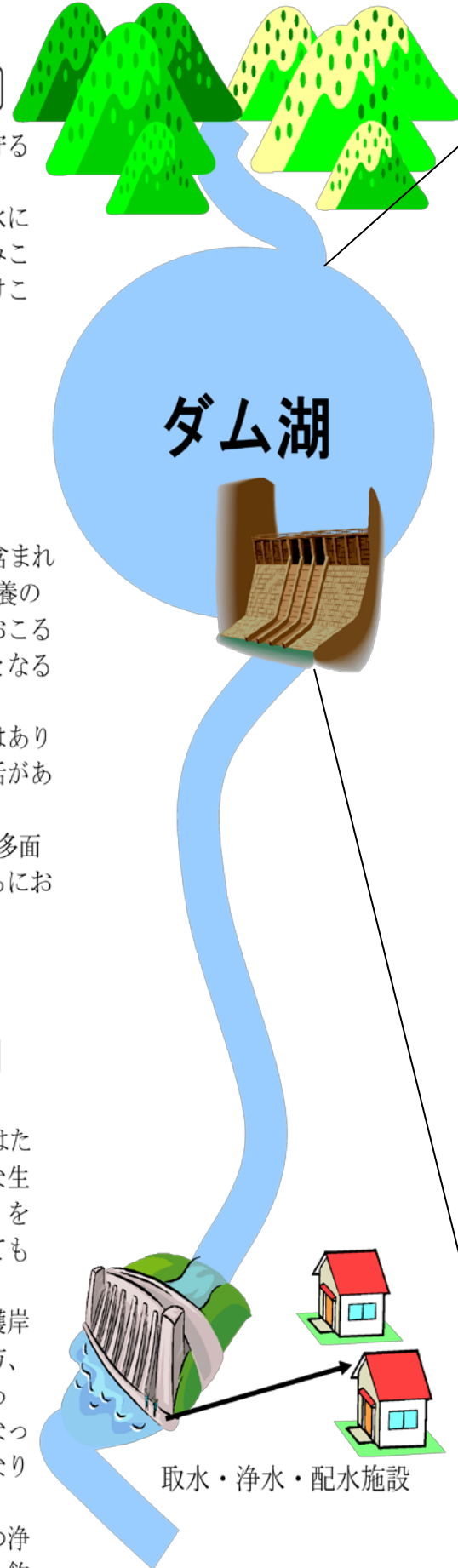
上流や周辺からの汚濁物質流入でアオコ発生 
おいしい水に赤信号

ダム湖は、水が滞留しているため、田畑や生活排水などに含まれる栄養分（窒素・リン）が流入すると、それが蓄積されて富栄養の状態となり、生態系のバランスが崩れてアオコの異常発生がおこる場合があります。アオコの原因生物には、カビ臭などの原因となるものもあります。
丹沢湖や宮ヶ瀬湖は、上流域が森林のため富栄養の状態にはありませんが、相模湖や津久井湖では、上流域や周辺に住民の生活があり、汚濁物質流入は避けられません。
窒素・リンの流入を極力低く抑えるとともに、様々な対策を多面的に行うことでアオコの発生しにくい湖内環境になれば、さらにおいしい水道水が飲めることになるのです。

【河川中流域】

流域からの生活排水などの流入で水質悪化 
おいしい水に黄色信号

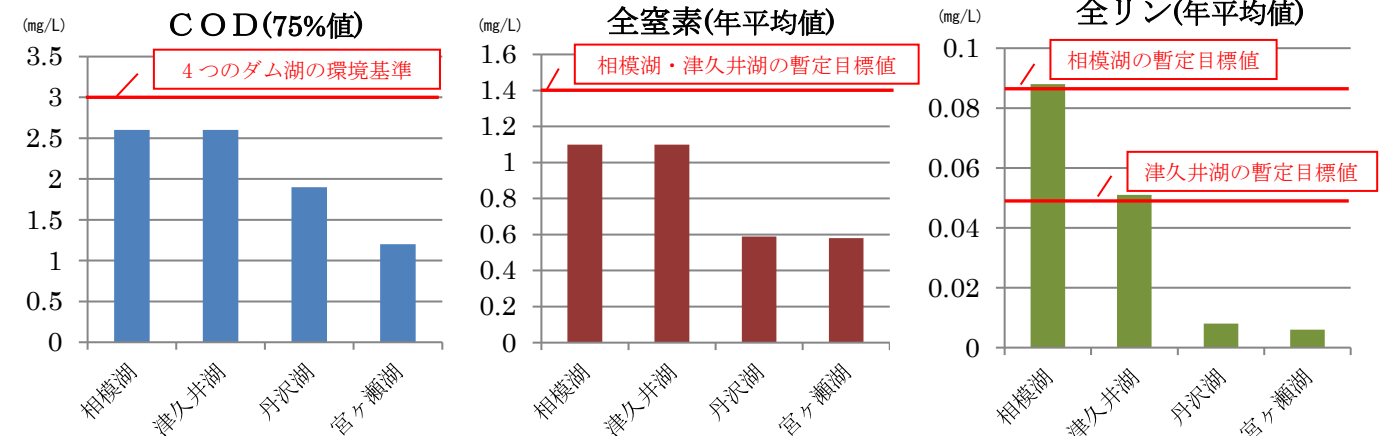
河川には、自然浄化機能（自然の力で川の汚れを浄化するはたらき）があります。河川は、河川形状やそこに生息する様々な生物の作用によって、水質を一定の水準に保つ能力（自浄能力）を備えており、自浄能力の範囲内であれば汚濁物質が入ってきても環境が悪化することはありません。
ところが、都市部を流れる河川においては、コンクリート護岸の河川改修など治水対策がなされ県民の生活基盤を支える一方、生態系のバランスが崩れて生物が生息できなくなるおそれがあり、そうすると有害物質の流入があっても異常に気づけなくなったり、流入する生活排水を自然の力で浄化しきれない状況となります。
未処理の生活排水等の流入を防ぐとともに、河川が本来もつ浄化能力を守り高めていくことで、より安全でおいしい水道水を飲み続けることができるのです。



＜4つのダム湖の水質＞

公共用水域及び地下水の水質測定結果 2013年(平成25年)

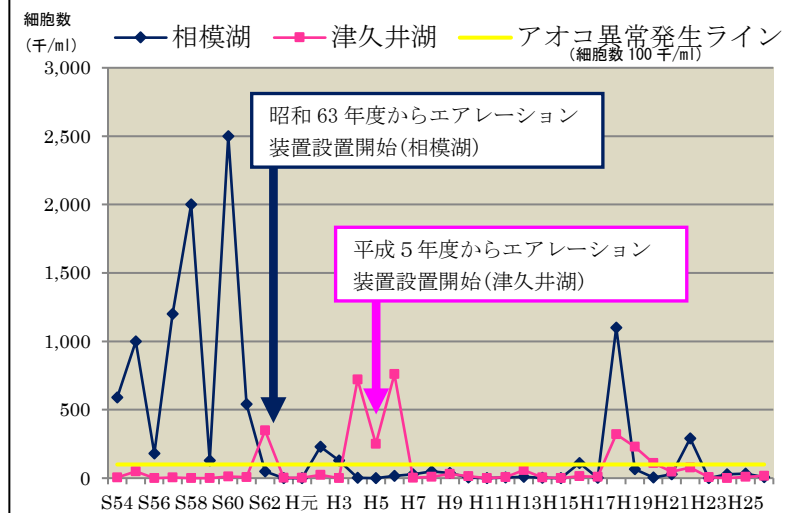
湖沼の汚濁状態を示すCODの数値は環境基準を達成していますが、相模湖及び津久井湖は、窒素やリン濃度が高く富栄養状態にあることから、依然としてアオコなどが発生しやすい状況です。



COD：湖沼・海域の汚濁の度合いとして用いられ、数値が高い程水が汚れていることを示します。
環境基準：環境基本法の規定に基づく基準で、全窒素及び全リンについては、湖沼植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれがある湖沼について定められています。
アオコ：富栄養化した湖沼や池で、植物プランクトン（ミクロキスチスなど）が異常増殖して厚い層が形成されることがあり、水の表面に緑色の粉をふいたように見えることから呼び名がついています。

＜相模湖・津久井湖のアオコ(ミクロキスチス)発生状況＞

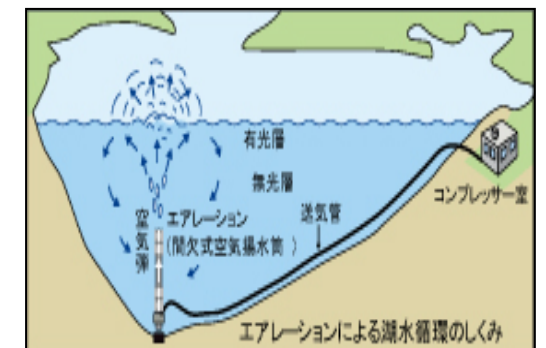
ダム湖の水質を守る取組みにより、近年ではアオコの異常発生は少なくなっています。



2006年(平成18年)の相模湖の状況
アオコにより、水道水の異臭・異味等の懸念が生じます。

＜ダム湖の水質を守る取組み例＞

相模湖・津久井湖では、湖水中の窒素やリンが増える「富栄養化」が進んだ結果、アオコの大量発生が見られるようになりました。アオコの大量発生により、水道水としての浄水処理への影響や、景観など環境の面からも問題となってきたため、エアレーション装置を設置し、湖の浄化に取り組んでいます。



小仏山地とその森林

～堆積岩の急峻な山地のまとまった人工林～

- 津久井湖・相模湖上流（相模川流域）。
- 地質は、かつて海底であった時代の砂や粘土の堆積物を起源とする小仏層群。
- 比較的私有林が多く、スギやヒノキの人工林が広く分布。
- 山地から里地性の多種の動物が生息。シカの生息はまだ少なく、丹沢のような下層植生の衰退はみられていない。
- 過去に大規模な雪害の履歴あり。



相模原市緑区与瀬

箱根外輪山とその森林

～火山堆積物の緩やかな山地のまとまった人工林

- 酒匂川飯泉取水堰上流（狩川流域）。
- 地質は、箱根火山の噴出物に由来。
- 古くからスギの良材が産出され、現在、大雄山のスギ林は天然記念物となっている。
- 大部分が市町村所有であり、人工林が多く分布し、林道が密に整備されている。
- シカは最近まで少なかったが、下層植生への影響が徐々にみられるようになってきている。



小田原市久野

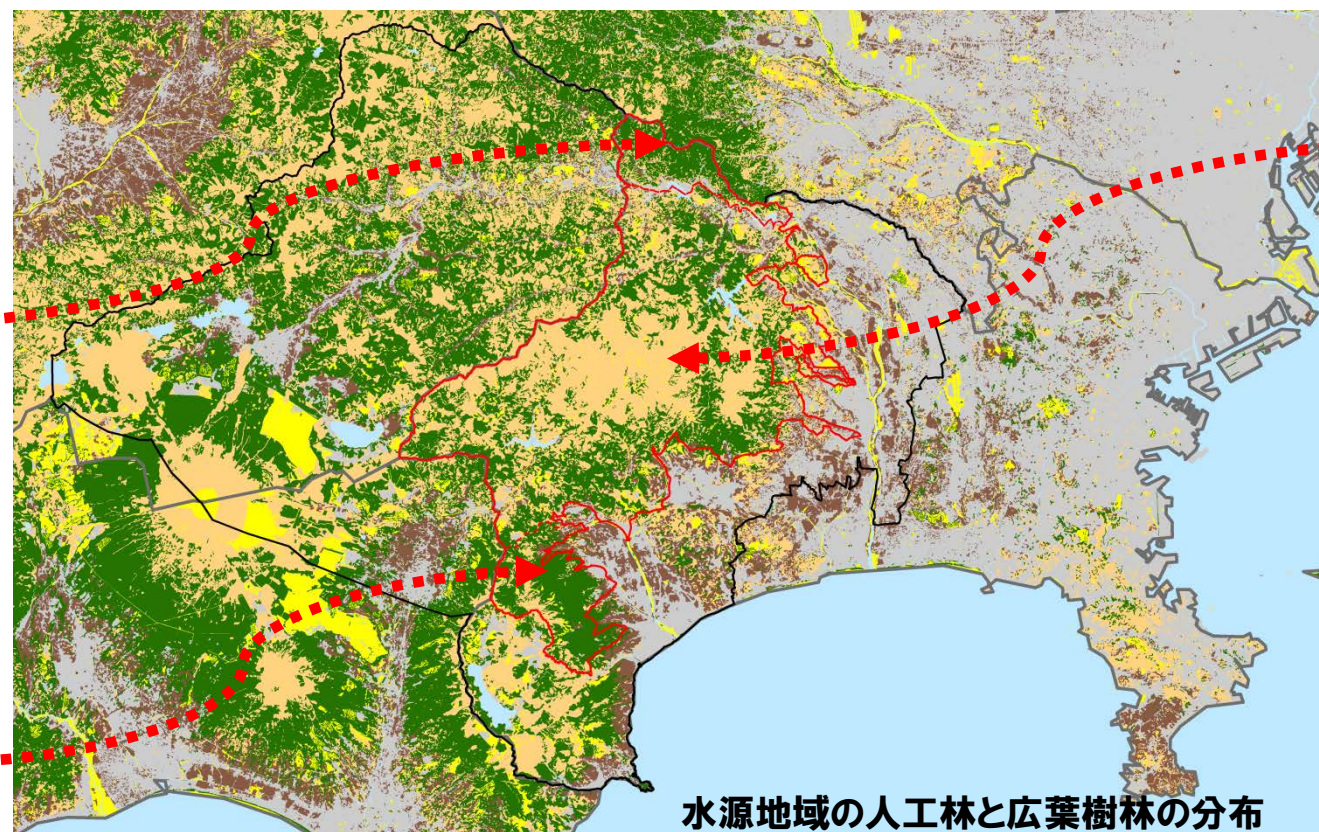
水源地域の山地と森林

相模川や酒匂川の源流は、丹沢山地、小仏山地、箱根山地などの山地です。

これらの山地は、大部分が森林であり、山麓の平野部における住宅地や農地等の人工的な土地利用と比べて対照的です。

近年、水源の森林では、外から見ると立派な森林であっても、林内では土壌の流出が起こっています。その原因は、過去に植林したスギやヒノキの手入れ不足や、増えたシカの採食によって下層植生が乏しくなったためです。

※下層植生：林内に生える草や背丈の低いかん木



凡例	
■	人工林(スギ、ヒノキなど主に針葉樹)
■	広葉樹林(ブナ、ケヤキ、コナラ、シイなど)
■	草地ほか(ササ、ススキ、伐採跡地、芝地、湿原など)
▬	水源の森林エリア
■	農耕地(畑、水田、果樹園、茶畑など)
■	市街地
■	水域
□	水源保全地域(施策の全対象地域)

人工林と自然林との違いは？(広葉樹林との違い)

- 人工林は人為的につくられた森林で植林による場合が多い。自然林(二次林を含む)は人為が加わらずに自然にできた森林である。
- 人工林と自然林の違いは、上層にある木の年齢構成、樹種構成、樹冠状態に集約される。
- 人工林の年齢構成は同齡、樹種構成は単純、樹冠がそろった状態であるのに対して、自然林は異齡、混交、樹冠は不ぞろいである。
- 人工林は最初から人為によりにつくられた森林のため、最後まで人間が手入れする必要がある。

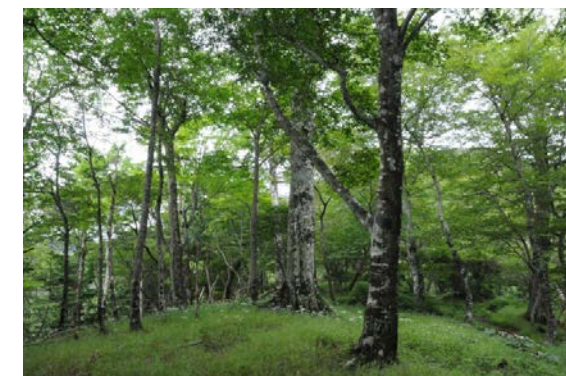


山北町谷ヶ

丹沢山地とその森林

～急峻でもろい山地のモザイク状の森林～

- 宮ヶ瀬湖上流(東部)、津久井湖上流(北部)、丹沢湖上流(西部)
- 地質は、東部は第三紀層丹沢層群(凝灰岩)、西部は深成岩(石英閃緑岩)。
- 過去からの地殻変動の影響で急峻でもろい。関東大震災や47年災害等の土砂災害の履歴あり。
- 高標高域はブナ等の自然林、中低標高域に人工林と広葉樹林がモザイク状に配置。
- ツキノワグマをはじめとした野生動物の宝庫。近年は増えたシカの採食によって、下層植生が乏しくなっている。
- 過去には中心部は御料林(皇室の財産)、西部は小田原藩領を経て御料林として公的管理、北部と南部は地域による入会利用中心。現在も中心部は国有林と県有林。



清川村(天王寺尾根)

※自然林だが、シカの採食の影響を受け続けてきたため、下層植生が乏しい。



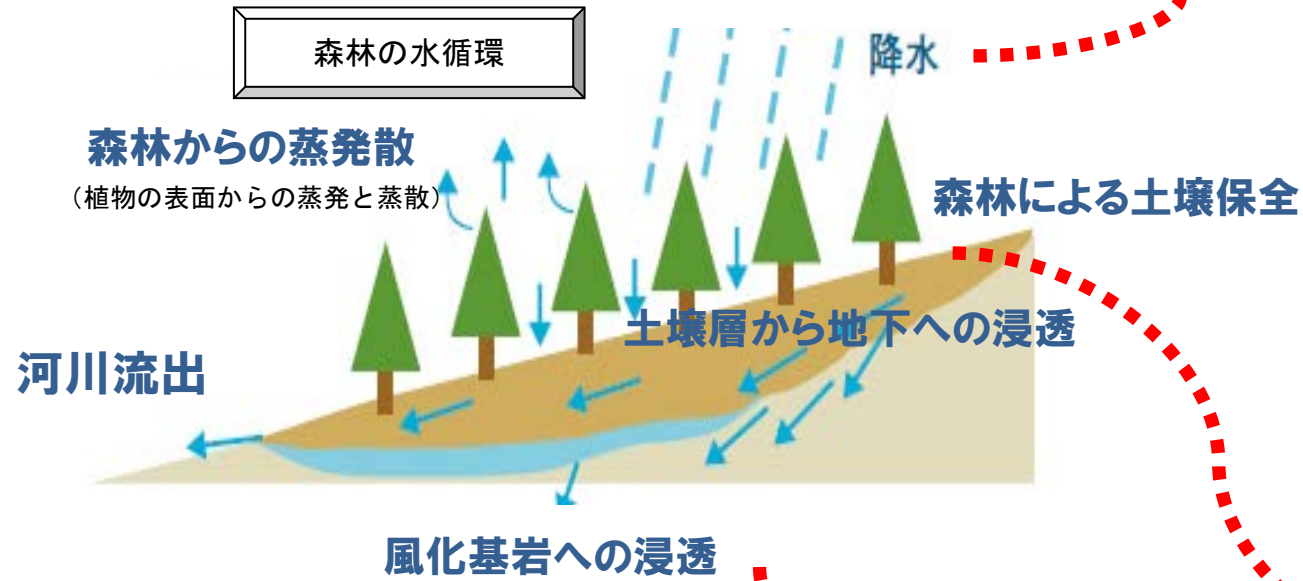
清川村(丹沢県有林)

※良好に管理された人工林だが、シカが多く生息するため、下層植生はシカの好まない植物が生育する。

森林管理と水源かん養機能のかかわり

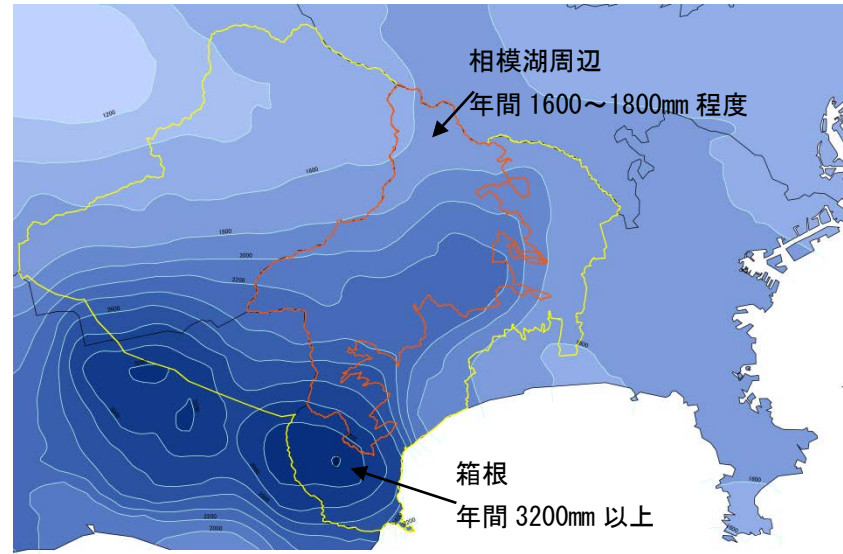
水源地域の大部分は森林に覆われた山地です。通常、山地に降った雨は、森林を經由していったん地中に浸透し、河川に流出します。

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。

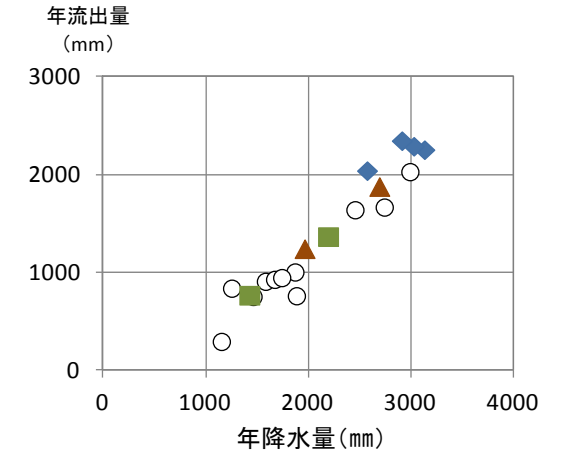


降水量分布図 (2000～2010 年平年値)

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

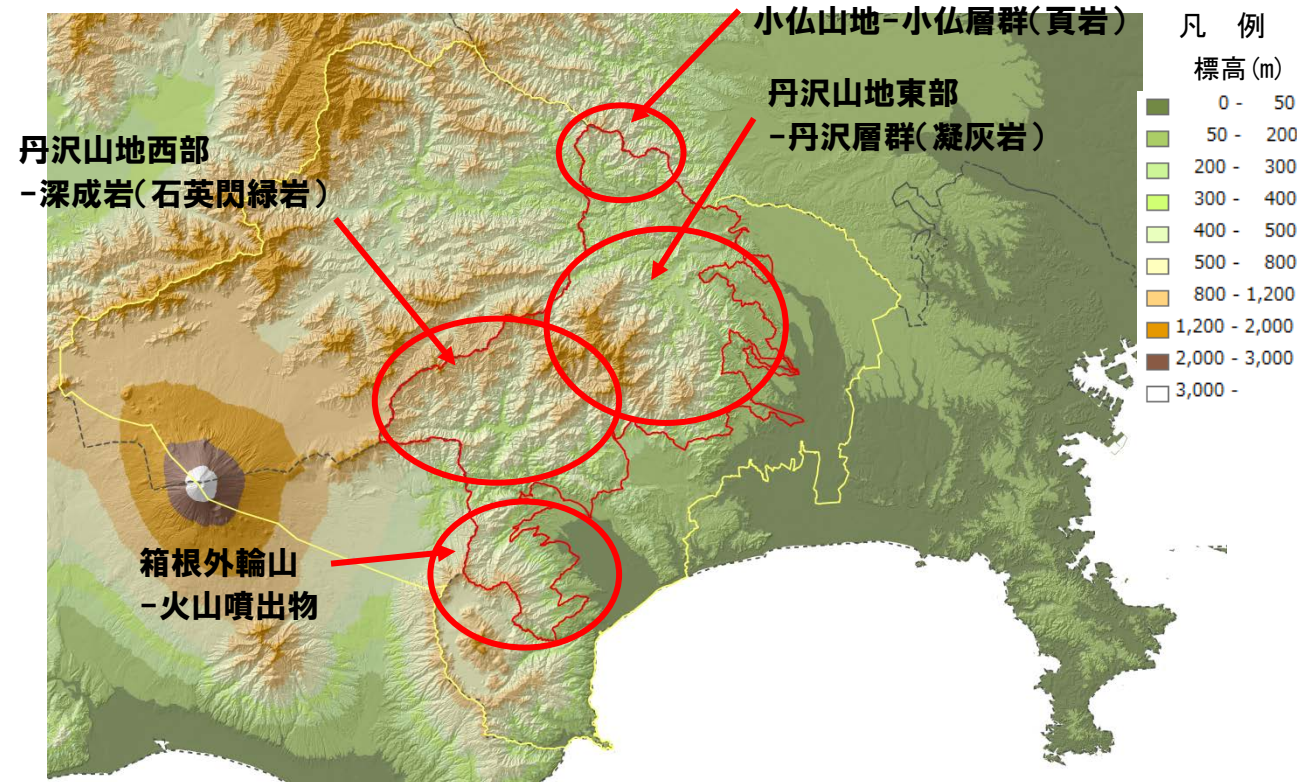
◆大洞沢 (No.1) 2010～2013年

■貝沢 (No.4) 2012、2013年

▲スタノ沢 (B) 2012、2013年

～水源地域の山地と地質～

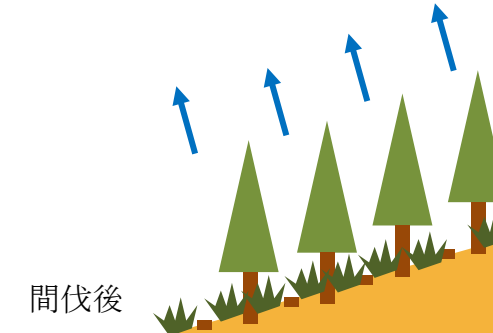
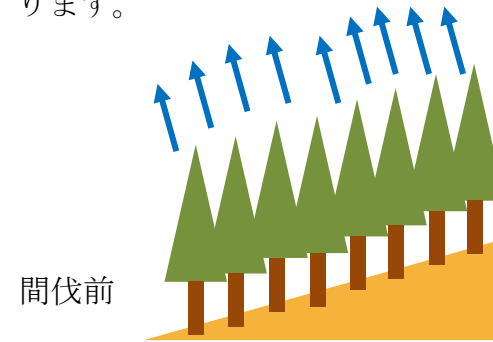
水源地域には、丹沢山地、小仏山地、箱根山地などいくつかの山地があります。これらの山地は、それぞれ成り立ちが異なるために地質が異なり、水の浸透しやすさや保水性も異なります。



～森林からの蒸発散～

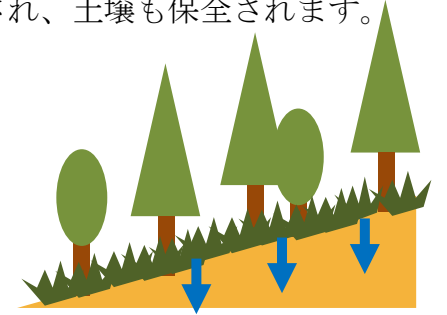
樹木は根から水を吸い上げて、葉から大気中に水蒸気を放出しています。(これを蒸散作用といいます。)

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。



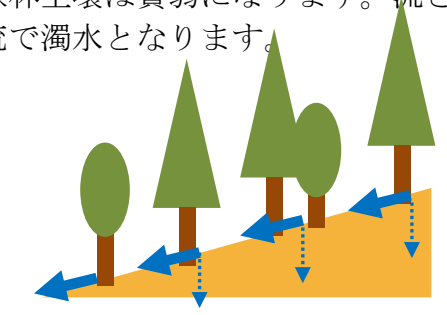
～森林による土壌保全と土壌層での水の浸透～

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。

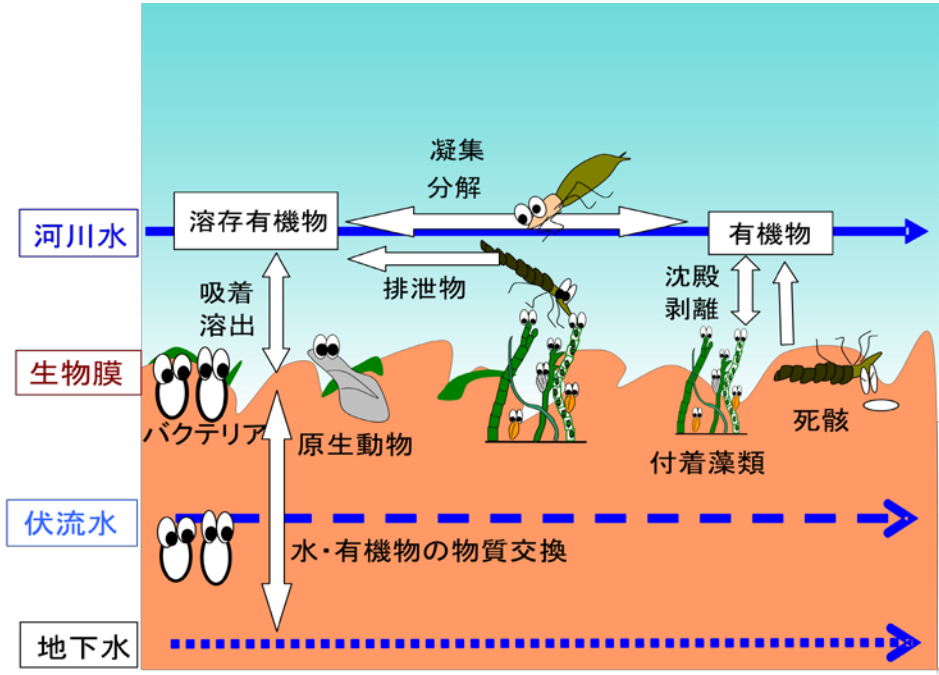


川は自然の浄水場 ～微生物の力～

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、水が礫の間を通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、土の中に生物が生息できるようになる。

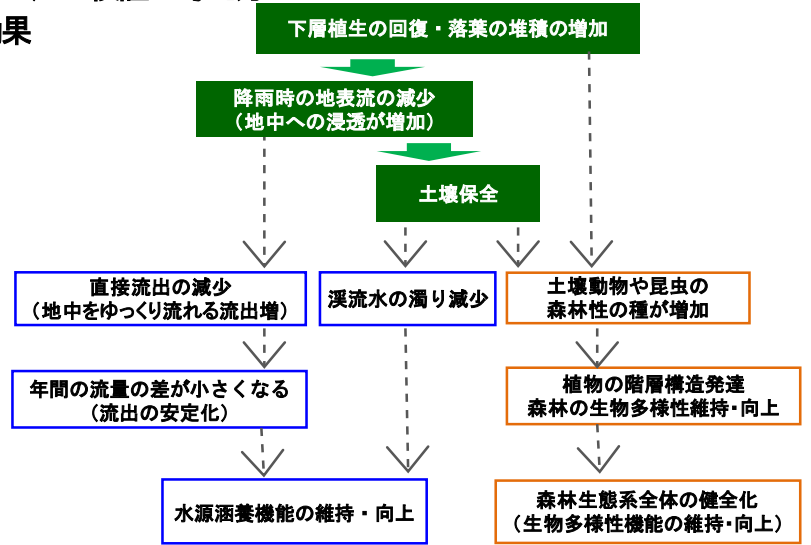
総合的指標（2次的アウトカム）の検討

①森林モニタリング（対照流域法調査、森林生態系効果把握モニタリング）

1 各事業の統合的指標（2次的アウトカム）の検証の考え方

(1) 下層植生の回復により予想される効果

- 森林整備やシカ保護管理等の事業の実施によって、下層植生の回復、土壌の保全が図られます。
- さらに、長期的には水源かん養機能や生物多様性機能の維持・向上につながると考えられています。
- そこで、現時点では右図のような過程を想定し、これを短期～中長期にモニタリングを継続することによって検証を進めています。



(2) 検証の内容と方法

目的・内容

検証方法

15-9

水源涵養機能

●土壌侵食メカニズム解明

下層植生の衰退状況と地表流量や土壌侵食量の関係を把握

●土壌侵食量調査 (H16～) : 林分スケール

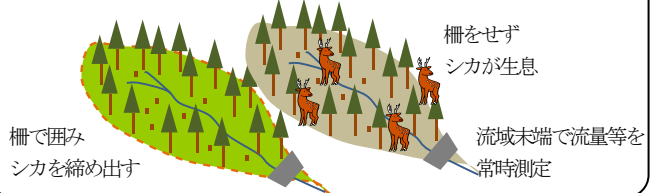
2 × 5m の調査区画を設置して降雨に伴い発生する地表流量や土壌侵食量を測定 ※東丹沢堂平地区

●流域別の水・土砂流出特性の解明

整備前時点の水源地域の流域別の水や土砂の流出特性、その要因を把握

●対照流域法調査 (H19～) : 流域スケール

数 ha の小流域をペアで設け、片方のみ整備して降水量・流量・水の濁りを連続測定し、水や土砂の流出の違いを中長期に把握 ※県内4か所で調査



●小流域での整備効果検証

小流域で実際に水源林整備をモデル的に行い、整備による水や土砂の流出への効果を把握

●整備効果の予測 (H19～) : ダム上流域スケール

数～数百km²の流域を対象に関連調査研究から得た知見に基づく最新の水循環モデルを構築し、シナリオ別のシミュレーション解析を実施

●ダム上流域の水土砂流出モデル解析

流域における整備の有無や強度の違いによる水・土砂流出の差を予測・評価

生物多様性機能

●人工林整備による多様性影響の把握

植物や土壌動物、昆虫、鳥類、哺乳類の種多様性に及ぼす森林整備の効果を把握

●森林生態系効果把握調査 (H25～) : 林分スケール

小仏山地と箱根外輪山、丹沢山地の各山域でスギ、ヒノキ、広葉樹の3林相を対象に、整備前、整備直後、整備後一定時間経過の3段階で各生物分類群を調査

●山域別の種多様性の現状解析

県確保の水源林を含む森林生態系としての生物多様性を評価

●多様性の総合解析 (H26～) : 山域スケール

林分スケールの調査から得られたデータや知見を山域全体の森林に外挿することで評価、山域スケールの生物多様性の現状の把握を試みる

2 これまでの成果（2次的アウトカムの検証状況）

主な知見

成果

水源涵養機能

●土壌侵食メカニズム（土壌侵食調査）

- ・下層植生衰退箇所（植生被覆率1%）では、1年間に最大1cm程度の表層土壌が流出
 - ・下草と落葉を合わせた地表面の被覆率が減少するほど、地表流・土壌流出ともに増加
 - ・下草と落葉を合わせた地表面の被覆率75%以上で、土壌の流出はほとんど発生しない
 - ・斜面の地表流発生・土壌の流出と下流の水の濁り（浮遊土砂流出）は連動して発生
- 水源涵養機能保全・再生には、下層植生の回復・維持が最低要件だと確認

林分スケールで検証
水源の森林づくり効果を

●流域別の水・土砂流出特性（対照流域法調査）

- ・年間降水量と河川流出率の関係は、東丹沢大洞沢で約3000mmに対し75%、小仏山地貝沢で約2200mmに対し62%、西丹沢ヌタノ沢で約2700mmに対し35~70%
 - ・一雨の総降水量が大きくなるほど直接流出量（降雨に伴う一時的な流量の増加分）が増加。総降水量75~125mmでの直接流出率（雨量に対する直接流出量の割合）の平均は、大洞沢N03流域22.5%、貝沢N01流域で21.1%、ヌタノ沢Aで20.1%
 - ・H23の台風6号および15号における、降水量100mmあたりの流域内平均土壌侵食深（換算値）は、ヌタノ沢A沢（4ha）で0.11mm、0.18mm、大洞沢N01流域（48ha）で0.08mm、0.09mm、貝沢N01~4流域（7~34ha）でいずれも0.00mmで、地質の相違はあるものの下層植生の乏しい丹沢山地で多かった
- 対策実施当初における流域別の水・土砂流出の特性を大まかに把握

対策実施後の流域スケールの
変化把握の基礎値を解明

●小流域での整備効果検証（対照流域法調査）

東丹沢大洞沢；一方の流域でシカを締め出したところ、2年後に植生現存量は増加。現時点では裸地全面の植生回復には至っておらず、水の流出特性の変化も未検出

小仏山地貝沢；・良好に管理された人工林で、まとまった間伐（群状・定性）と木材搬出を行い、溪流沿いでは間伐と除伐を控えたところ、森林施業に伴う短期的な水質や水の濁りへの負の影響はみられなかった

→ 効果を結論づけるには時間経過が不十分だが、想定された初期段階の変化は確認

小流域スケールでの
整備効果検出に目処

●ダム上流域の水土砂流出モデル解析（水循環モデル解析）

- ・宮ヶ瀬ダム上流域のシミュレーション解析からは、好転シナリオ（現況より下層植生が豊富な状態へ変化）では森林斜面の地表流が減少し、結果的に年間の河川流量の差が小さくなるとの予測結果を得た。一方、放置シナリオ（現況より下層植生が衰退）では、森林斜面の地表流が増加し、年間の河川流量の差が大きくなるとの予測結果

→ 対策実施の有無がダム上流域スケールの機能に影響するとの予測

対策事業の効果を広域
スケールで予測可能化

生物多様性機能

●人工林整備による多様性への影響把握（林分スケールでの効果把握調査）

- ・H26の小仏山地と箱根外輪山での調査から、ヒノキ林では間伐して時間が経過したところでは高木性広葉樹の稚樹高が高くなっていた。両山地では間伐して時間が経過したところでは下層植生の植被率や種数が多い傾向が認められ、小仏では下層植生の植被率や種数が多いところでは林床性昆虫の種数や個体数も多くなる傾向があった。

- ・林相別で各分類群を比較すると、小仏では昆虫の種類や個体数はスギ林やヒノキ林よりも広葉樹林で多く、広葉樹林は比較的種類組成が異なることがわかった。

- ・鳥類と哺乳類では明瞭な傾向を見いだせなかったが詳細な解析は今後の課題である。

●山域別の種多様性の現状解析：モデルやシミュレーションによる解析方法を検討中

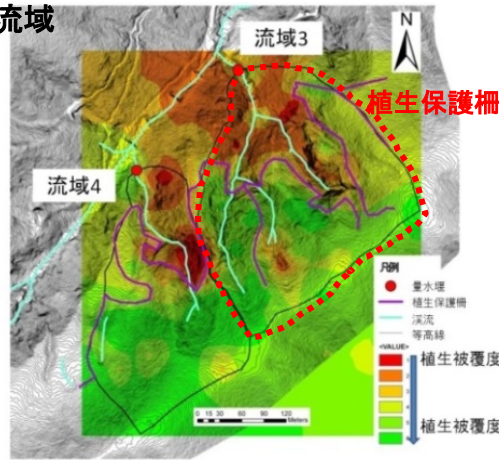
整備後一定時間が経過すると分類群
により多様性が高まることを確認

3 宮ヶ瀬ダム上流域における下層植生の回復による2次的アウトカムの検証状況（各事業の統合的指標による評価）

●現状・事業実施前の状態と機能：下層植生が乏しく水源涵養機能が低下（土壌が流出。森林の中で面的に地表流が発生しているとの解析結果も。）

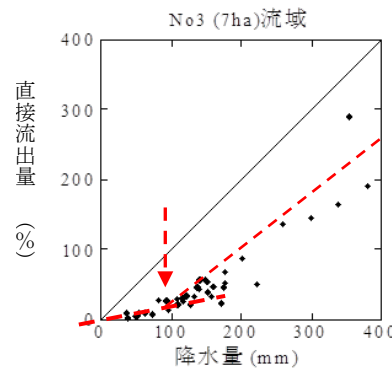
小流域スケール；大洞沢試験流域

大洞沢の試験流域の下層植生の被覆度の分布をみると、尾根の傾斜の緩い場所にはシカの不嗜好性種を中心とした下層植生が繁茂しているものの、流域の下部や溪流沿いが裸地となっており土壌が流出している。



下層植生の被覆度の分布

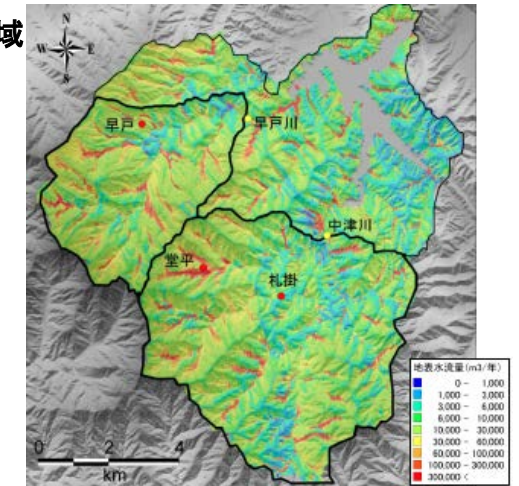
大洞沢の各流域では、総降水量が100mmを超えると急激に直接流出量が増加する。
2010～2011年の総直接流出量の総降水量に対する割合は、流域N03（実施流域）で35%、流域N04（対照流域）で33%であった。
※直接流出量；降雨に伴う一時的な河川流量の増加分



流域N03における直接流出量と降水量の関係

ダム上流域スケール；宮ヶ瀬ダム上流域

宮ヶ瀬ダム上流域を対象に大洞沢の現地観測データ等を用いて、水循環モデルの現況再現解析を行った。
再現性が検証されたモデルを用いて、事業実施前の水流出を再現したところ、表流水の年間積算値の分布図から、下層植生が衰退した森林斜面の地表流の発生を確認。



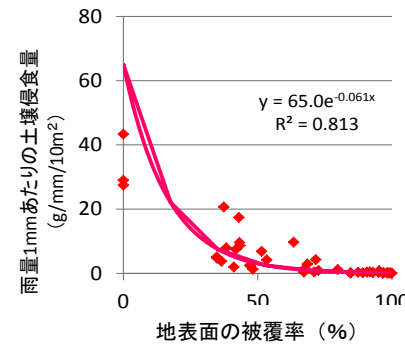
表流水の年間積算値の分布※赤・黄で多い

※解析の降雨条件は2006年の年間降水量（平年並み）

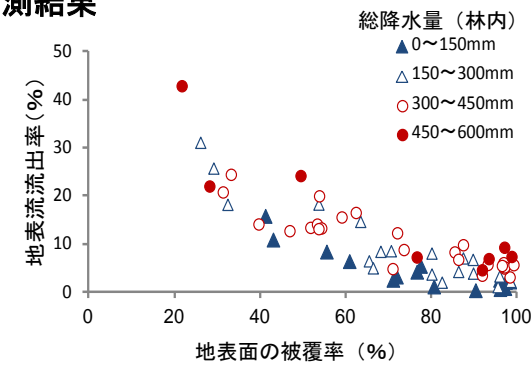
●事業の実施の有無による比較：今後の機能の改善を示唆する結果を確認

林分スケール；堂平地区の2m×5mの調査区画での実測結果

下草と落葉を合わせた地表面の被覆率75%以上で土壌は流出しない。
地表面の被覆率が低いほど、降った雨のうち地中に浸透せず地表流として流出する割合は多い。被覆率が高いと大雨でも地表流の発生は少ない。



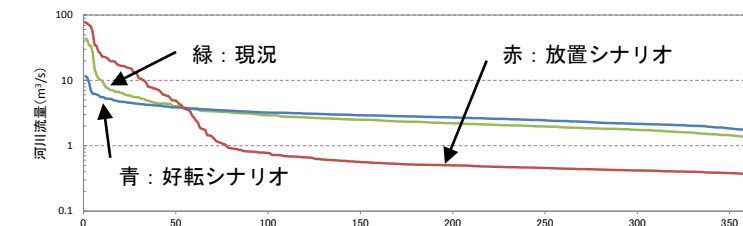
地表面の被覆率と土壌侵食量の関係



地表面の被覆率と総雨量に対する地表流出率の関係

ダム上流域スケール；宮ヶ瀬ダム上流域

水循環モデルにより、下層植生状態のシナリオ別に1年間の雨量に応じた河川の流量（流況）を解析したところ、下層植生が十分回復すると年間の流量の差が小さくなる傾向、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。



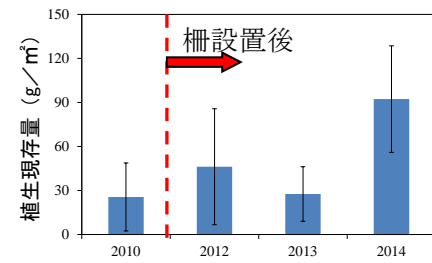
宮ヶ瀬ダム上流中津川の流況曲線
(年間の日流量を多い順に並べ替えたグラフ)

※解析の降雨条件は2006年の年間降水量

●事業実施後（下層植生が回復）：地表流と土壌流出が大幅に減少、機能向上を予測的に検証

小流域スケール；大洞沢試験流域での実測結果

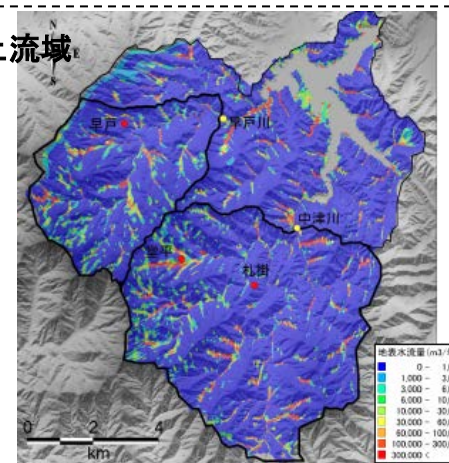
柵で囲った流域N0.3では、裸地の植生回復はみられないものの、下層植生（不嗜好性植物）のある箇所では植生現存量が増加。



柵内の植生被覆のある調査区画の植生現存量の推移

ダム上流域スケール；宮ヶ瀬ダム上流域

宮ヶ瀬ダム上流域の現況再現性が検証された水循環モデルを用いて、林分スケールの土壌侵食調査で得られた知見を踏まえ、ダム上流全体で下層植生が大幅に回復した場合（好転シナリオ）の水流出を解析したところ、森林斜面の地表流が大幅に減少との予測結果



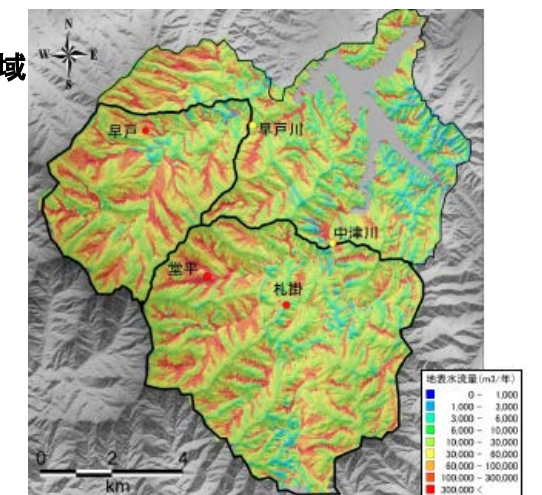
表流水の年間積算値の分布
※青で少ない

※解析の降雨条件は2006年の年間降水量（平年並）

●事業を実施しなかった場合（下層植生の衰退が進行）

ダム上流域スケール；宮ヶ瀬ダム上流域

宮ヶ瀬ダム上流域で構築した水循環モデルにより、林分スケールの土壌侵食調査で得られた知見を踏まえて事業を実施せずにダム上流全体で下層植生の衰退が大幅に進んだ場合（放置シナリオ）の水流出を解析したところ、森林斜面の地表流が大幅に増加との予測結果

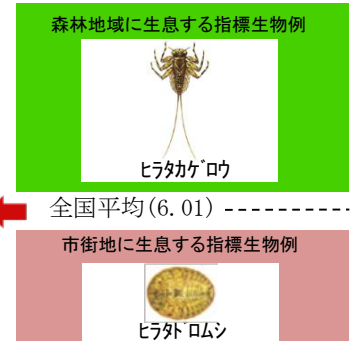
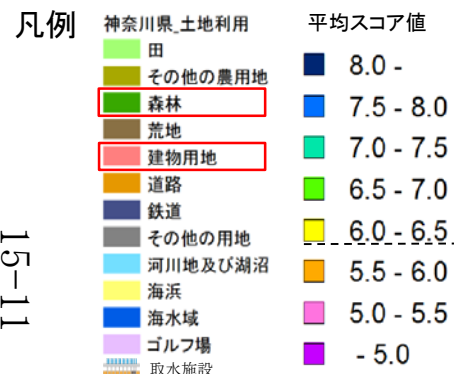
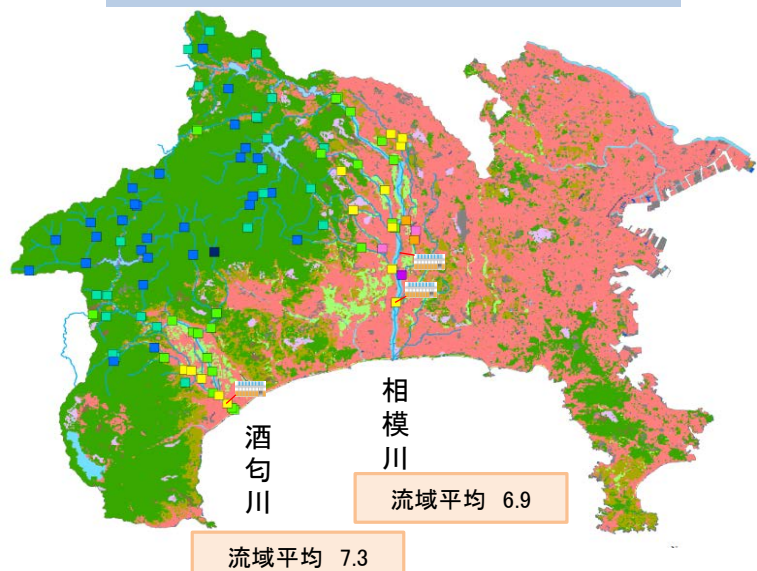


表流水の年間積算値の分布※赤・黄で多い

※解析の降雨条件は2006年の年間降水量（平年並）

②河川モニタリング

【第1期 調査結果】 (平成20年度・平成21年度)

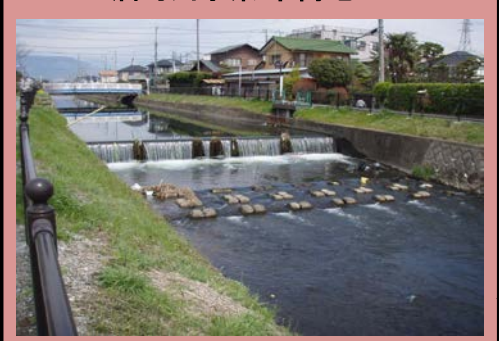


酒匂川水系 森林地域



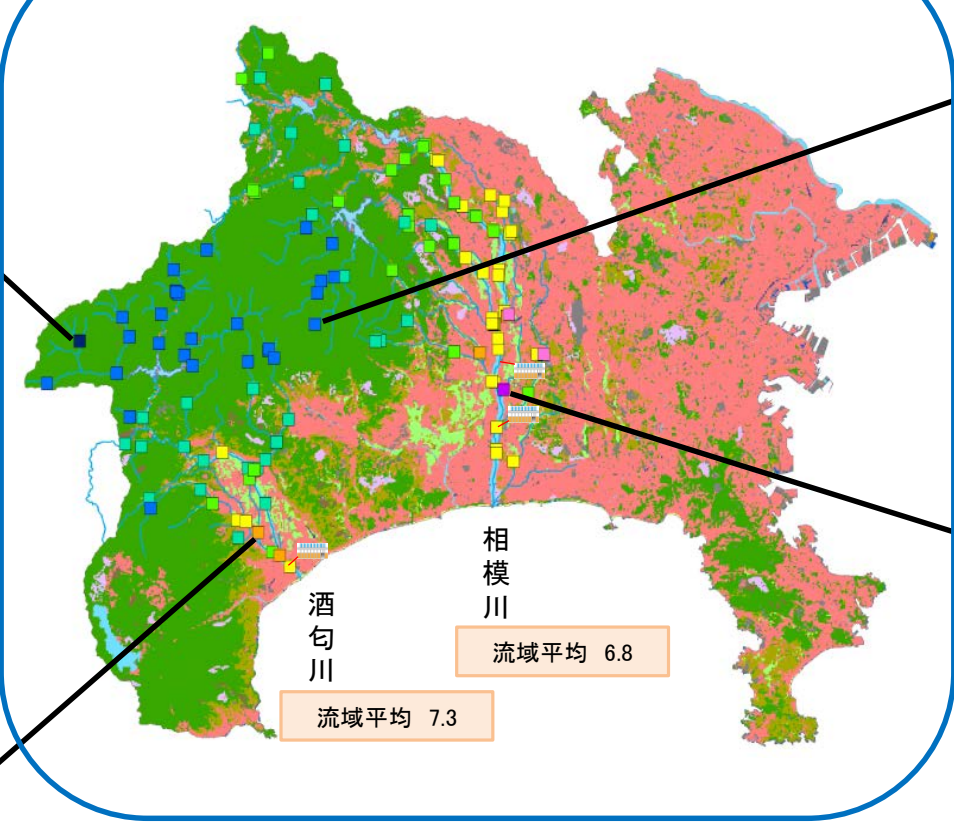
平均スコア値 7.97→8.06 (+0.09)
瀬や淵のある水の流れば自然の浄化機能も高く、平均スコア値も高い。

酒匂川水系 市街地



平均スコア値 6.15→5.97 (△0.18)

【第2期 調査結果】 (平成25年度・平成26年度)



相模川水系 森林地域



平均スコア値 7.42→7.91 (+0.49)

相模川水系 市街地



平均スコア値 4.75→4.35 (△0.35)
コンクリート護岸で直線的な流れは自然の浄化機能が低く、平均スコア値も低い。

15-11

調査内容

【調査の目的】

かながわの水源河川において、動植物の生息状況や水質の状況を調査し、河川環境に関する基礎データを収集する。

【調査の概要】

「河川の流域における動植物等調査」と「県民参加型調査」を実施。

① 河川の流域における動植物等調査

- 相模川水系及び酒匂川水系の各40地点において、動植物調査（河川環境の指標となる水生生物など／夏季・冬季の年2回）と水質調査（BOD、窒素・リンなどの水質項目／毎月1回）を5年ごとに調査。
〔調査実施年度〕
・相模川水系：平成20年度（第1期）・平成25年度（第2期）
・酒匂川水系：平成21年度（第1期）・平成26年度（第2期）

② 県民参加型調査

- 県民から調査員を募って、動植物や水質の調査を毎年実施。
- 河川の流域における動植物等調査の結果を補完。

【水質指標】

平均スコア値

- 汚れた水に生息する生物からきれいな水に生息する生物まで1から10のスコアを与え、採集された生物のスコアの平均値を求めることによって、汚濁の程度などを評価する方法。
- 平均スコア値が10に近いほど汚濁の程度が少なく、自然度が高いことを示す。

調査結果

- 神奈川の水源地域の水質は、全国平均を上回る水準の地点が多く、とくに森林地域では、平均スコア値が8以上の極めて良好な地点もあるなど、総じて良好な水源水質であるといえます。
- 相模川水系と酒匂川水系の水質を比較すると、流域に森林地域を多く持つ酒匂川水系の方が平均スコア値が高い地点が多く、良好な状態であるといえます。
- 第1期と第2期の調査結果をみると、両河川ともに平均スコア値に大きな変化はなく、水源水質を維持している状態といえます。
- ただし、市街地においては、わずかではありますが水質劣化が見られる地点もあり、現在取り組んでいる河川整備等により、改善が期待されるところです。
- 将来にわたり良質な水を安定的に利用できるように、今後も水源環境を維持・向上させる取り組みを続けていく必要があります。

【第2期 調査結果(平成25年度・平成26年度)】

平均スコア値	相模川水系 全40地点		酒匂川水系 全40地点	
	森林地域 22地点の平均 7.3	市街地 18地点の平均 6.2	森林地域 27地点の平均 7.6	市街地 13地点の平均 6.6
8.0以上	0 (0)	0 (0)	2 (1)	0 (0)
6.5~8.0	22 (22)	7 (8)	25 (26)	7 (8)
6.0~6.5	0 (0)	8 (7)	0 (0)	4 (5)
6.0未満	0 (0)	3 (3)	0 (0)	2 (0)

全国平均(6.01) →

※1 () 内の数値は第1期調査結果による地点数を記載
 ※2 平均スコア値の全国平均値については、河川水辺の国勢調査 平成18年度～平成22年度（国土交通省）の641地点の平均値を引用
 ※3 「河川の生物学的水域環境評価基準の設定に関する共同研究報告書」（平成7年3月）によると、平均スコア値について「8以上は、水質が良好であり、また周辺には自然要素が多く残っている水環境を表す」とある。

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、年間にとすると窒素約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。