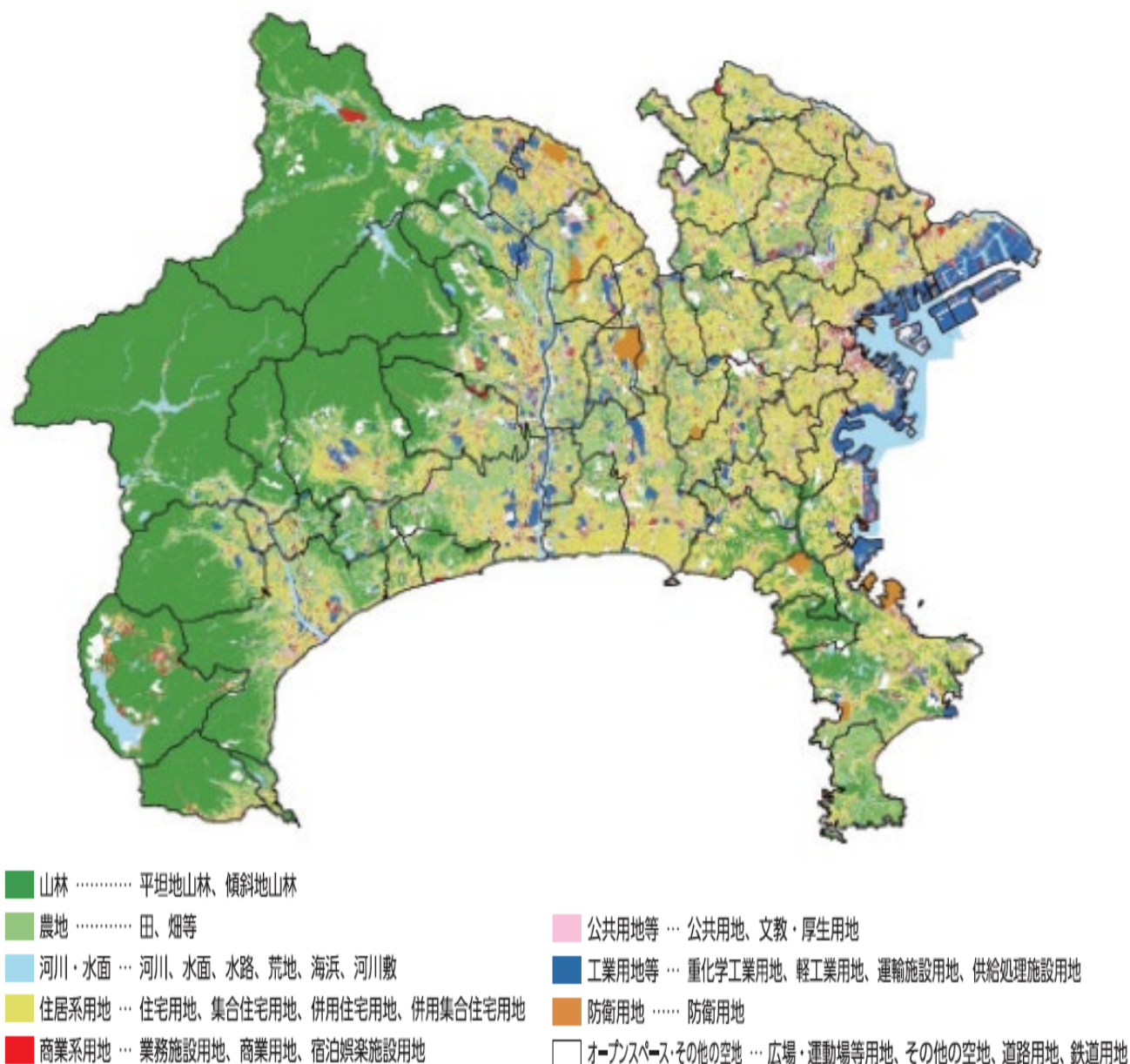


第1部 かながわの水源地環境の特色と歴史

1 水利用の観点から見た神奈川県の特徴

本県は、47都道府県の中で5番目に狭い県土面積の中に、東京都に次いで全国第2位の人口920万人を超える人々が暮らしています。また、県西部には県民生活を支える良質な水を育む水源地域があり、「緑のダム」とも呼ばれる水源の森林が広がっています。県の中央部を流れる相模川を挟んで県東部には、県人口の8割を超える人々が暮らし、水の大消費地とも言える都市的な土地利用が進む地域が存在しています。



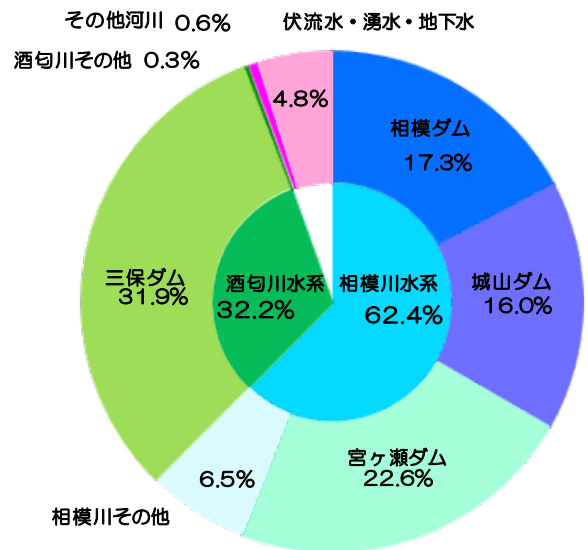
< 図 土地利用現況図（2015（平成27）年都市計画基礎調査より抜粋） >

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。これらのダム湖に蓄えられた水は、相模川下流では相模大堰や寒川取水堰で、酒匂川下流では飯泉取水堰で、それぞれ取水されています。また、地下水等は県全体の水源の4.8%ですが、県西部地域の市町や秦野市、座間市等の主要な水道水源となっています。

首都圏の多くの自治体では、県境を越えた上流域にあるダムに水源を依存せざるを得ない状況にありますが、本県では、水がめとなる4つのダムが全て県内に整備され、その全ての水を県民のために用いることができる点で、大変恵まれた水源環境にあるといえます。

一方で、相模川は桂川の名で、酒匂川は鮎沢川の名で、それぞれ山梨県内、静岡県内を東に向かって流下しながら本県に入ります。いずれもその源を富士山麓に発しており、集水域の多くは山梨県内及び静岡県内に広がっています。

このように本県の水道水源は主としてダムによるものですが、県民全ての水源を保全するためには、県外上流域から下流の取水堰に至る集水域全体と地下水などの地域固有の水源地域の環境を良好に保つ必要があります。



＜図 神奈川県内の上水道の水源別構成比 (令和4年4月1日現在)＞



＜図 神奈川県の水源地概要＞

【出典：かながわの水源地と水利用】

<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/vh6/cnt/f8018/1015.html>

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 万³

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 万³

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 万³

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。

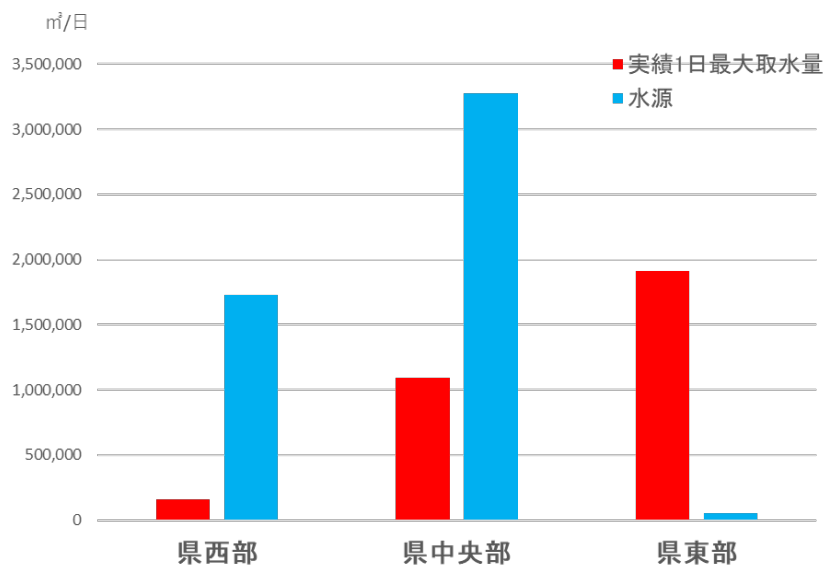
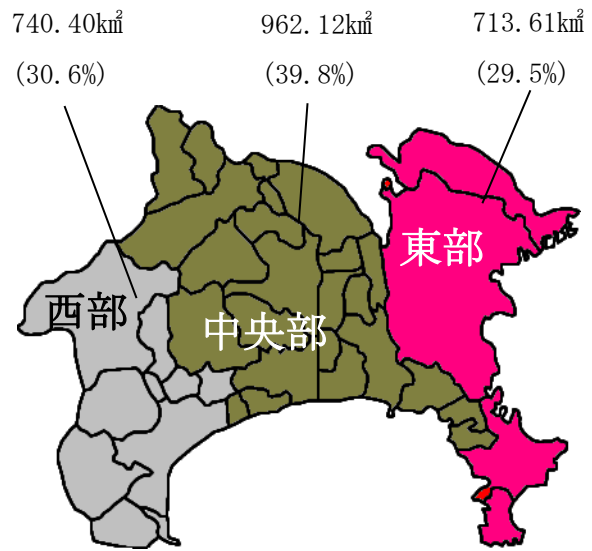


- 平成 13(2001)年完成
- 重力式コンクリートダム
- 堤高 156m
- 有効貯水容量 1 億 8,300 万³
(相模、城山、三保の 3 つのダムの合計を上回る貯水量)

県内を東部地域、中央部地域、西部地域に分け、それぞれの地域内にある上水道水源の量をみると、相模ダム、城山ダム、宮ヶ瀬ダムのある中央部地域は、水源の量が最も多く、三保ダムのある西部地域がそれに次いで多く、ダムのない東部地域内の水源はわずかです。

これに対し、各地域の使用量を見ると、逆に東部地域の使用量が最も多く、そのほとんどは県内他地域にある水源で賄われています。

このように、水源保全の取組を進めるためには、市町村域を越えた広域的な対応が必要です。



＜図 県内各地域の水利用＞

相模川水系と酒匂川水系間の連携

相模川水系の相模湖（相模ダム）、津久井湖（城山ダム）と宮ヶ瀬湖（宮ヶ瀬ダム）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、水資源管理において相模川水系（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



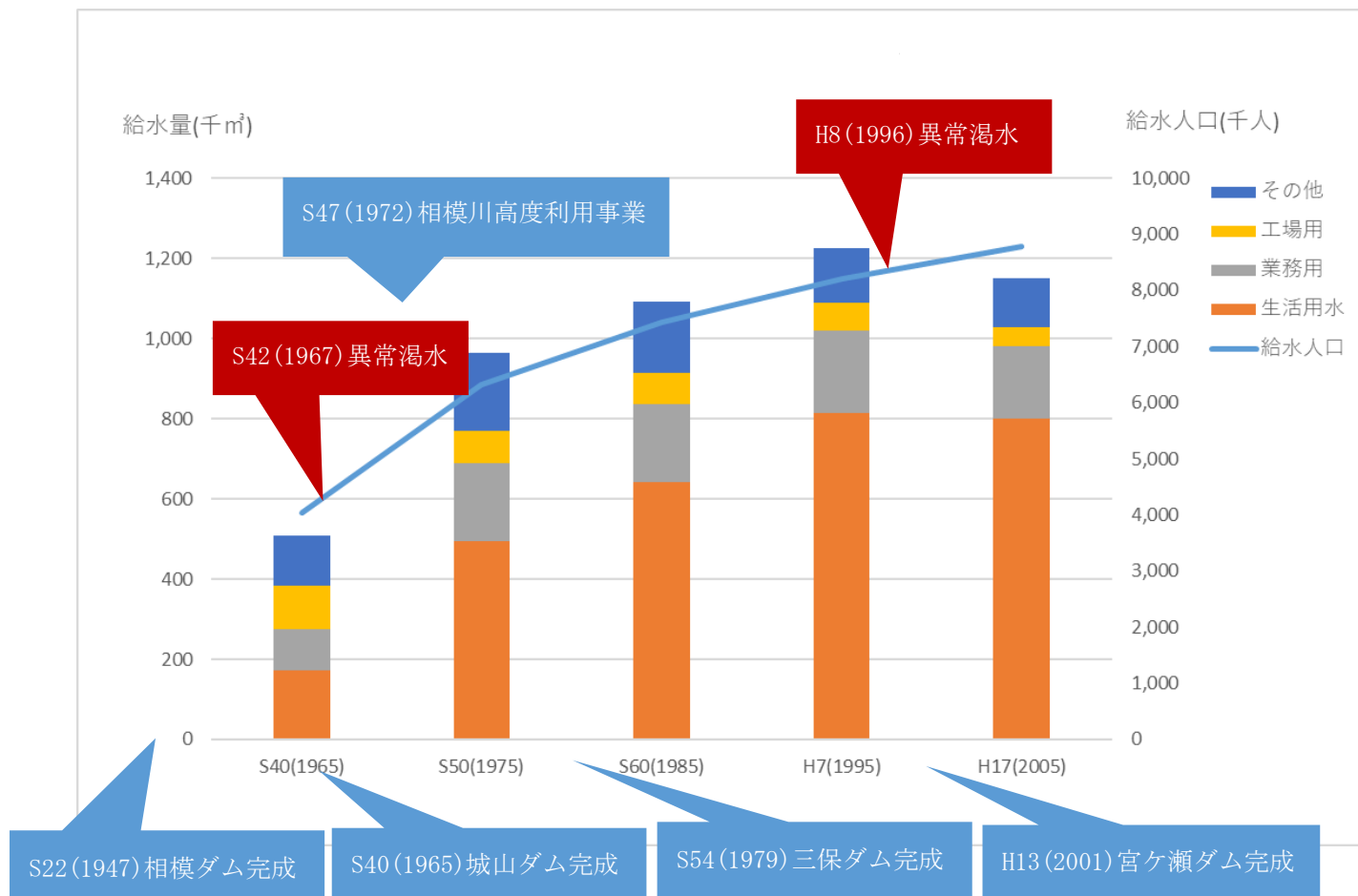
【出典：神奈川県ホームページ（企業庁利水課）】

<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/vh6/cnt/f8018/p221066.html>

2 水資源開発の歴史

本県では、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をはじめ、取水施設（取水堰）など、60余年にわたり施設整備に取り組んできました。

平成13(2001)年の宮ヶ瀬ダムの完成により、経済の発展や870万人県民（当時）の県民生活を支える水資源の供給体制が概ね整いました。



＜図 給水人口と給水量の遷移＞

ダムに貯えられる水は、上流域の森林や河川など水源地域の自然環境によって育まれています。これらの自然は、水のかん養や浄化などの機能を十分果たせるよう良好な状態に保たれる必要がありますが、本県の主要水源である相模湖・津久井湖の上流域では生活排水対策の遅れなど様々な課題が顕在化しました。

ダム湖では、周辺地域の生活排水対策の遅れ（平成15(2003)年時点で生活排水処理率44.0%）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たびたび発生しました。

また、緑のダムとして雨水を貯える水源地域の森林では人工林の間伐不足等により、森林の荒廃が進んでおり（平成15(2003)年時点で手入れが行われていない人工林59%）本来あるべき下層植生が衰退してしまい雨水が地中にしみこみにくくなったため、地中に蓄えた水をゆっくり下流に流出させる森林機能は低下し、生態系の喪失や土壌流出などを招きました。

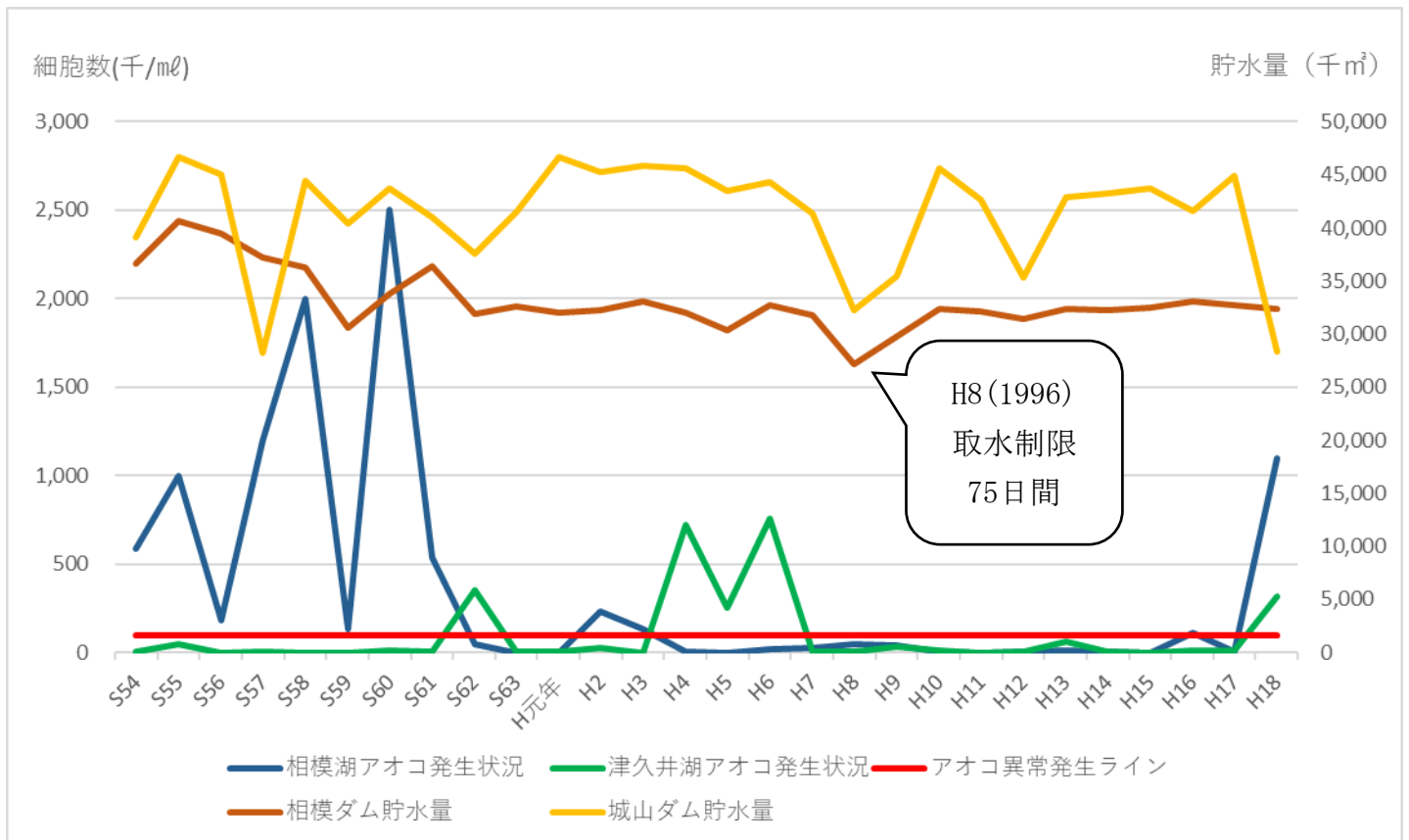
また、平成7(1995)年の記録的な少雨により、相模湖・津久井湖・丹沢湖の貯水量は大幅に減少し、平成8(1996)年には、75日間に渡り取水制限を行い一部地域では断水が発生しました。



荒廃した人工林



アオコの異常発生（平成18(2006)年）



<図 相模湖・津久井湖におけるアオコ発生状況と貯水量>

3 水源地域の森林の歴史

現在は、外から見ると豊かな緑に覆われている水源林。過去 100 年間の変化をみると、関東大震災で多数発生した崩壊地は減少し、森林全体の林齢は上昇、戦後に絶滅の危機にあったニホンジカ(以下「シカ」という。)の生息数は大きく増加しました。これらの変化には、人間による様々な対策の効果に加えて、人間社会の近代化に伴う“人間と森林とのかかわり方の変化”も大きく影響してきました。

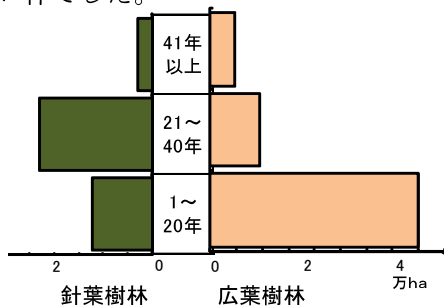
1. 戦前 (1930 年代) まで

●1923 年の関東大震災により多くの山崩れが発生しました。いたる所で表土がはがれ、平塚から丹沢を遠望すると全山真っ白に見えたそうです。



昭和20年後半の麓麓状況(大江山頂より)

●関東大震災による山崩れは、若い林に多く発生しました。当時は、用材や薪炭材としての木材利用がさかんで、特に広葉樹林の多くは若い林でした。



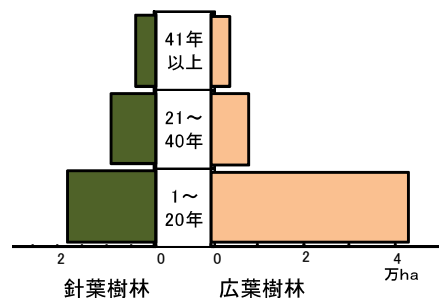
森林の年齢別面積 (1940年)

2. 戦中・戦後(1950 年代)まで

●戦時中の木材需要の増加から、水源地域でも多くの森林が伐採されました。

●戦後になると伐採跡地にスギやヒノキの針葉樹が植林され、1950 年代半ば以降は人工林でなかったところにも新たに植林を行う拡大造林が始まりました。これは山村振興にも貢献しました。この結果、針葉樹林は戦前より若い林が増えました。

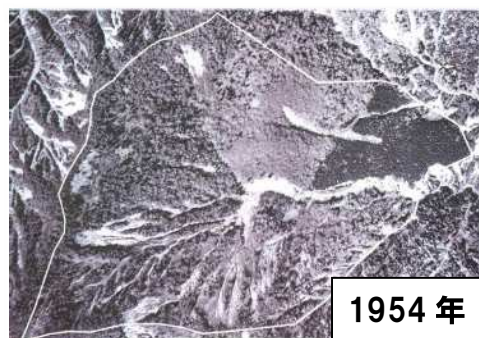
●シカは 1950 年頃の狩猟人口の増加と狩猟の解禁により絶滅の危機に陥り、1955 年からしばらくの間は禁猟となりました。



森林の年齢別面積 (1963年)

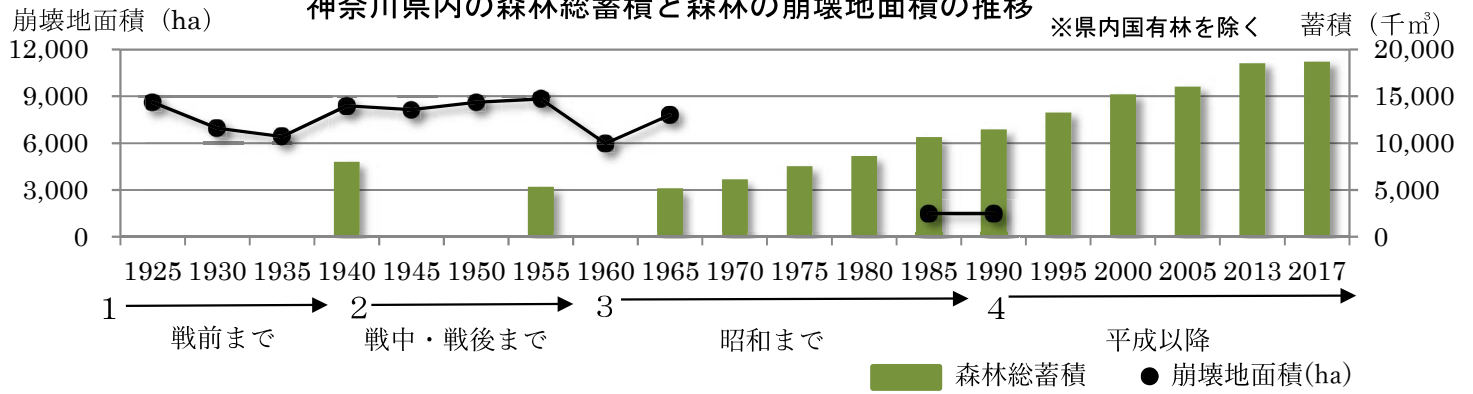
航空写真で見る東丹沢塩水川流域の崩壊地分布の変遷

※白っぽく見える部分が崩壊地



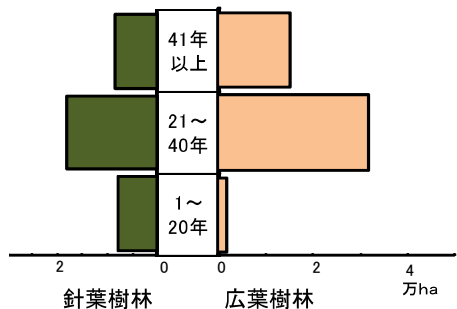
1954 年

神奈川県内の森林総蓄積と森林の崩壊地面積の推移



3. 昭和 (1988年) まで

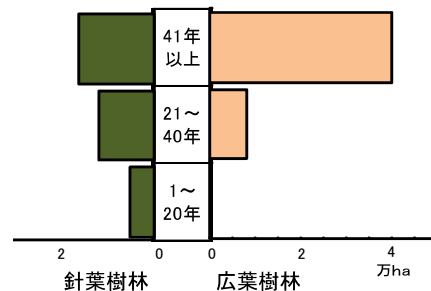
- 国及び県の事業を中心とした崩壊地復旧対策が進み、崩壊地が大幅に減少しました。
- 木材輸入の自由化による木材価格の低下、燃料革命に伴う薪炭需要の激減等により林業や森林利用が衰退し、労働力は都市部へ流出していきました。森林の伐採が減少し、針葉樹林も広葉樹林も大きく育ち始めました。
- 1960年代半ばからシカが急増し、シカの食害が植林地で激化したため、植林の際に柵が設置されるようになりました。一方、同じ頃に丹沢の一部が鳥獣保護区に設定されました。



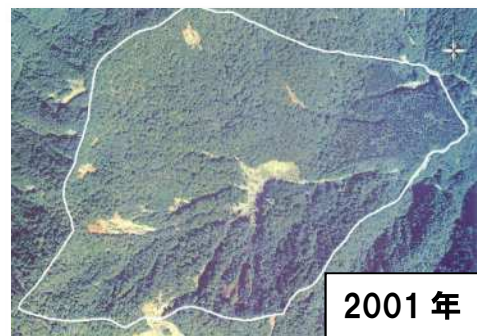
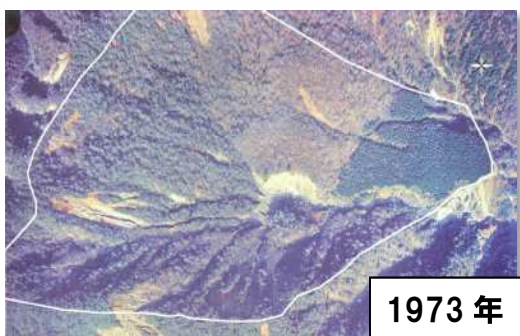
森林の齢級別面積 (1986年)

4. 平成 (1989年) 以降

- 森林利用の衰退により、戦前は広葉樹林を中心に多くが20年生未満であった森林も41年生以上が大部分を占めるようになりました。
- 森林全体が大きく育ち、従来多かった表層の山崩れは起こりにくくなりましたが、極端な集中豪雨により山が崩れる事例が発生しています。
- 下層植生については、東丹沢でスズタケの退行が著しく、また、ミヤマクマザサは矮小化した生育型を示しています。こうした退行は、1980年代半ばから急激に拡大したと考えられています。
- シカは、鳥獣保護区となった奥山で定着・増加し、ブナなどの自然林の下層植生を衰退させ、土壌流出が顕著になりました。このため、2002年に県が保護管理計画を策定し対策を開始しました。



森林の齢級別面積 (1998年)



本県の水源林は、大正12(1923)年の関東大震災により多くの山崩れが発生したほか、第2次大戦中の木材需要の増加から、水源地域でも多くの森林が伐採されました。戦後になると国の造林政策もあり、スギやヒノキの針葉樹が植林されましたが、その後、木材輸入の自由化による木材価格の低下、燃料革命に伴う薪炭需要の激減等により林業や森林利用が衰退していきました。その結果、人工林は大きく育つようになりましたが、間伐などの手入れもされなくなったため、森林内部には日が差さず、下層植生の衰退が見られるようになりました。

また、シカは1950年頃の狩猟人口の増加と狩猟の解禁により絶滅の危機に陥り、昭和30(1955)年からしばらくの間は禁猟となりました。1960年代からは丹沢の一部が鳥獣保護区に設定された結果、1980年代頃からシカは鳥獣保護区となった奥山で定着・増加し、ブナなどの自然林の下層植生を衰退させ、土壌流出が顕著になりました。

この頃の丹沢大山の生態系は、下層植生の衰退により、土壌動物も衰退していました。また、シカについても、環境が収容できる頭数を超えた個体数が生息していたため、各個体の栄養状態は悪化していました。森林の衰退は、ツキノワグマなど大型動物の分布域を孤立化させている懸念がもたれていました。

【丹沢大山保全計画】

https://warp.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/11842243/www.pref.kanagawa.jp/docs/f4y/03shinrin/e-tanzawa/keikaku_torikumi/04genjo1999/02detail.html

本県の森林地域は、横浜、川崎などの大都市圏に近接しており、県内に水の大消費地と水源地域である森林が存在しています。本県の森林面積は、約95,000ha（県土の約39%）で、全国の都道府県森林面積では44位となっています。その殆どが県西部の急傾斜で地質のもろい山地に位置しています。民有林のうちスギ・ヒノキの人工林は約32,000haで、その多くは急傾斜地にあり、木材搬出に経費のかかる生産コストが高い人工林となっています。また、1ha以上の森林を所有する世帯のうち61%が1～3ha未満の小規模所有であり、林業を生業とする森林所有者は極めて少なく※となっています。木材生産量も平成18年度は12,000m³（全国45位）と低い水準となっています。

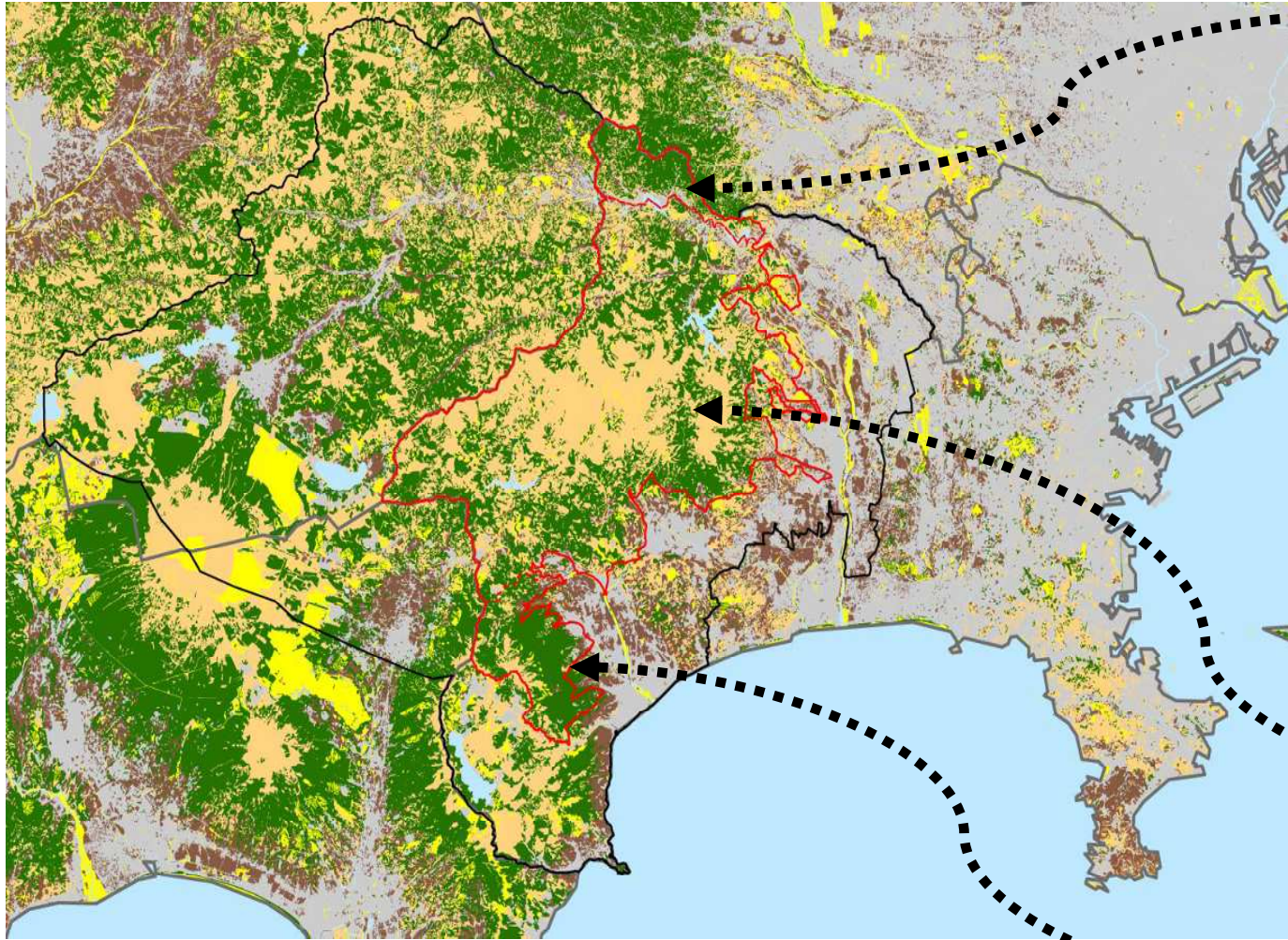
水源地域となっている相模川や酒匂川の源流は、丹沢山地、小仏山地、箱根山地などの山地です。

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。

この頃の水源の森林では、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。

※ 家族経営体の林業所得は減少しており、森林所有面積100～500haの家族経営体平均でも林業単体ではほとんど利益が出ない状況









【出典：令和2年度 森林・林業白書】



水源地域の人工林と広葉樹林の分布

国土地理院土地保全基本調査（土地利用・植生現況図（平成11(1999)年調査）より作成

凡例

	人工林(スギ、ヒノキなど主に針葉樹)		農耕地（畑、水田、果樹園、茶畑など）
	広葉樹林（ブナ、ケヤキ、コナラ、シイなど）		市街地
	草地ほか（ササ、ススキ、伐採跡地、芝地、湿原など）		水域
	水源の森林エリア		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：本来あった森林が一度失われ、その後に自然に再生した森林を含む）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齢、樹種構成は単純、樹冠がそろった状態であるのに対して、自然林は異齢、混交、樹冠は不ぞろいであるため、生物多様性が高い。
- 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

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

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。

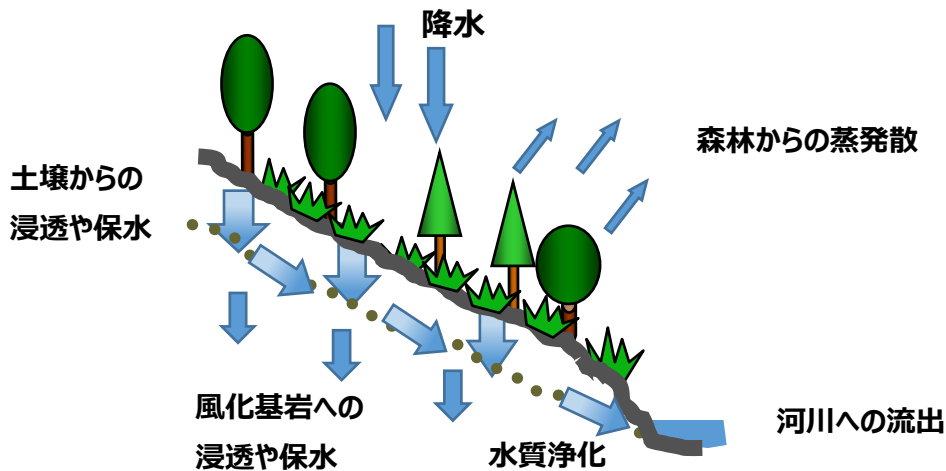


清川村（丹沢県有林）

※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。

4 森林の多面的機能と森林管理

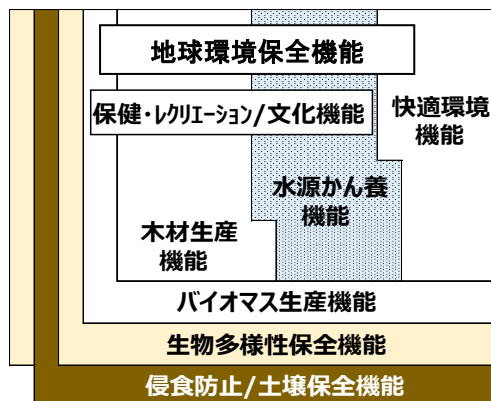
森林に降った雨は、一部は蒸発し、多くはいったん地中に浸み込んで地下水となり、時間をかけて下流の河川に流出します。このような水循環の仕組みによって、洪水の緩和、渇水の緩和（水資源を貯留し水量を調節する）や水質の浄化といった水源かん養機能が発揮されます。この河川への流出の過程では、①降雨、②地質などの地下の状態、③森林の状態の3つが関わっています。このうち、人間が手を加え管理することができるのは”森林の状態”であり、水源かん養機能の観点から土壌の保全が重要です。



<図 森林管理と水源かん養機能のかかわり>

森林は、上記の水源のかん養以外にも、生物多様性の保全、土砂災害の防止、木材の生産、保健休養の場の提供、木材等生産などの極めて多くの多面的機能（＝生態系サービス）を有しており、私たちの生活と深くかかわっています。

これらの機能は、個々には独立しておらず、森林を管理する上でも優先すべき順番（階層性）があります。まず、最も基本定な機能である土壌保全機能、さらに生物多様性保全機能等が発揮され、そのうえで水源かん養機能が発揮されます。これは、森林土壌は、水分や養分を蓄えて植物の生育基盤となり、森林の土壌動物や微生物等の分解者の住処であることから、森林生態系の要となります。そして、こうした森林生態系の営みにより森林土壌は透水性と保水性を併せ持つことから、水源かん養機能の発揮につながるのです。



<図 森林機能の階層性（太田, 2005）>

<森林の土壌流出と水や生きものへの影響>

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。



人工林の手入れ不足による林内裸地化

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。



シカによる下層植生の採食・林内の裸地化

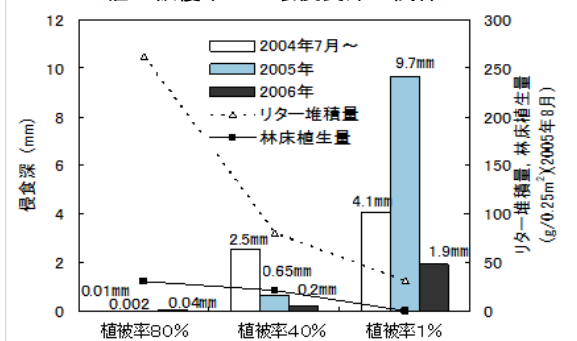
地表面を覆う下層植生がなくなり、地面がむき出しになることが、土壌流出の直接的な原因です。

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が、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。

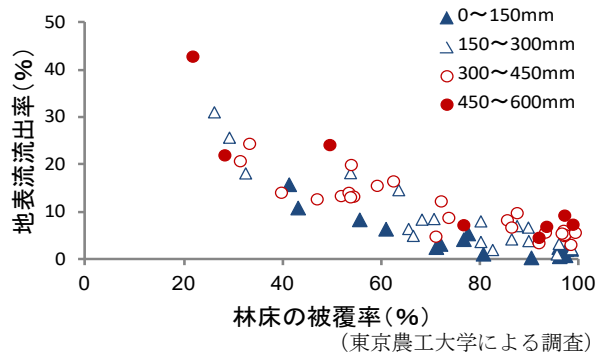
むき出しになった地面では、雨が降ったときに地中に水がしみこみにくくなります。下層植生や落葉による地表面の覆いが少ないほど、地表流は増加します。この地表流によって表層の土壌も流されます。

<植生被覆率と土壌侵食深の関係>



リター：落葉落枝 林床植生被覆率 (東京農工大学による調査)

<林床の被覆率と地表流出率の関係>



(東京農工大学による調査)

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。

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。



スズタケの衰退



シカの好まない植物の増加*

*シカの好まない植物種であっても地表が覆われれば土壌は保全されます。しかし、長期的にみると森の樹木の世代交代が妨げられるなどの問題があります。

5 水源環境保全・再生施策の導入

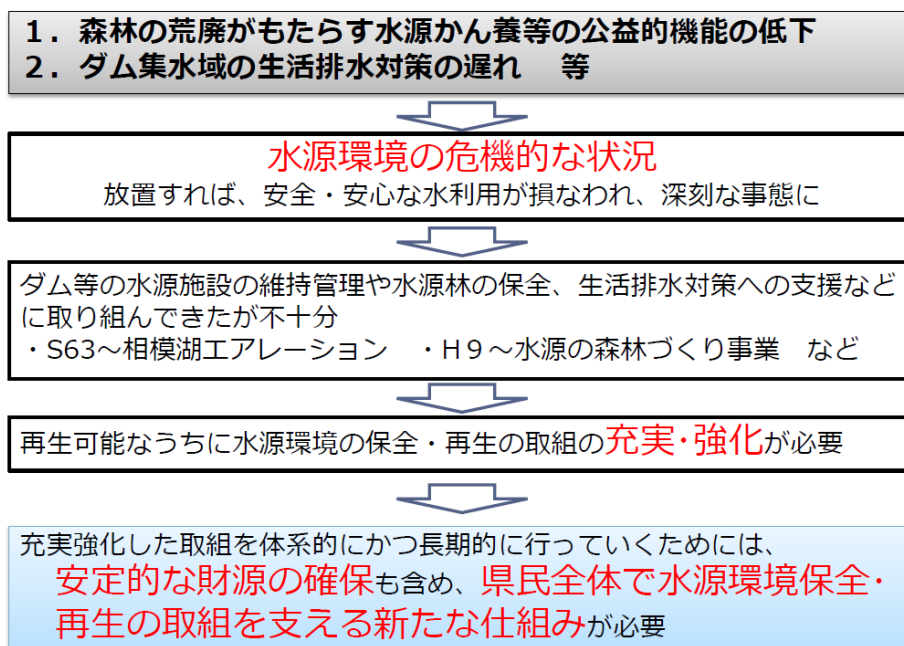
(1) 導入経緯（課題認識）

関東大震災や戦中・戦後の過利用により森林が減った状況から緑は回復した一方で、1990年代頃から、私有の人工林では、林業不振による手入れ不足の森林が増え、森林の荒廃による公益的機能の低下が懸念される状況にありました。

経営環境が厳しくかつ林業を生業とする森林所有者が極めて少ない本県にあっては、もはや林業だけでは森林の公益的機能を維持していくことは困難であるとの認識から、これまでの木材利用を中心とした森林づくりから、水源かん養など様々な公益的機能の高い森林づくりへ大きく転換することとし、平成9(1997)年度に「水源の森林づくり事業」に着手しました。この事業は、水源地域の私有林での公的管理や支援を推進するもので、将来にわたり良質な水を安定的に確保することを目的としたことから、水道事業者にも協力を呼びかけ、緩やかな応益負担により水源の森林整備を目指しました。

相模湖・津久井湖では、アオコの異常発生を抑制するため、昭和63(1988)年からエアレーション装置を設置し、湖水を攪拌することによって、水道水源として利用する上での障害を抑えていましたが、アオコの発生に関わりのある窒素及びリンの濃度は、極めて高い富栄養化状態にあり、依然としてアオコが発生しやすい状態でした。

将来にわたり良質な水を安定的に利用していくためには、深く傷ついた自然環境が再生可能なうちに、一刻も早く、水源環境の保全・再生に向けた取組に着手する必要があります。また、水は個々の市町村域を越えて循環していることから、水源が所在する自治体だけに委ねて解決できる課題ではなく、河川や地下水脈の全流域、さらには水の利用関係で結ばれた都市地域を含めた地域全体で取り組む必要がありました。



(2) 大綱のとりまとめと実行計画による施策の推進

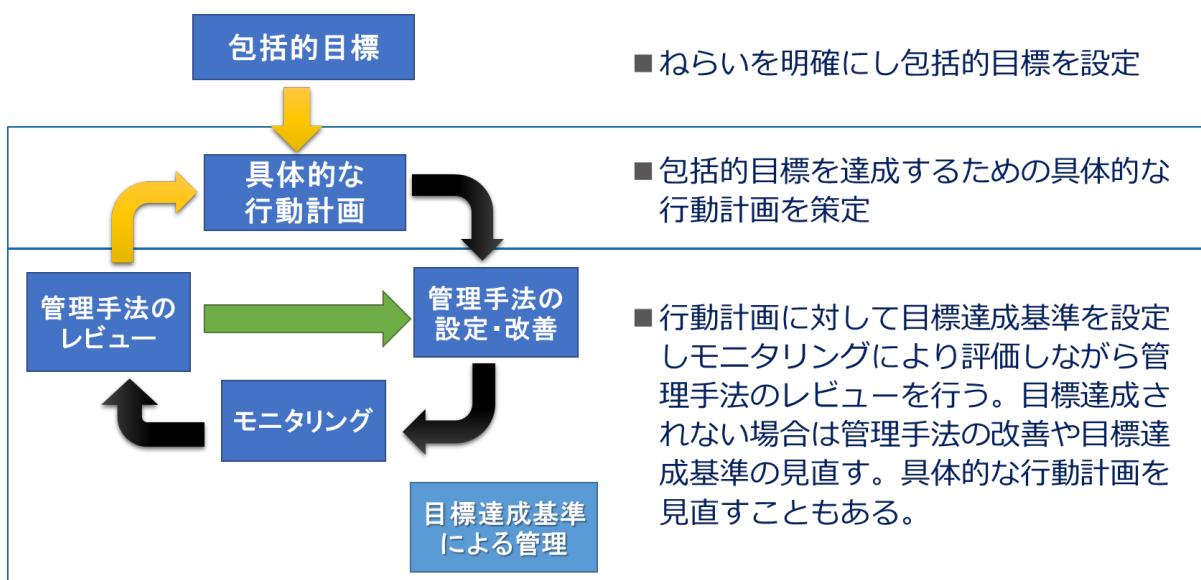
平成12(2000)年から5年間にわたり、今後の水源環境保全・再生のあり方について、県民の皆様をはじめ、市町村等との意見交換、県議会における議論など様々な形で議論を重ね、こうした議論に基づいて、平成19(2007)年度以降の20年間における水源環境保全・再生の将来展望と施策の基本方向について「かながわ水源環境保全・再生施策大綱」（以下「大綱」という。）としてとりまとめられました。

施策導入時点の課題などを踏まえ策定された大綱に基づき、県では、平成19(2007)年度以降、「水源環境保全・再生実行5か年計画」（以下「実行計画」という。）を策定し、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や水源環境保全・再生を進めるために必要な仕組みに関する取組などを特別対策事業として推進しています。

本施策は、県民の意志を反映して施策展開を図るとともに、県民全体で施策を支えるため、水源環境保全・再生かながわ県民会議（以下「県民会議」という。）を設置し、「県民参加」の下で施策が推進されています。

加えて、水源環境保全・再生の取組は、気候変動や社会環境の変化など、様々な外的要因に左右される自然環境を対象とした取組です。これらの外的要因や生態系に関する知見は不確実な要素を含んでおり、施策の効果についても不確実性を免れないことから、事業と並行してモニタリング調査を実施し、施策の効果を確認しながら最新の科学的知見とあわせて定期的に見直しを行う「順応的管理」の考え方にに基づき推進されています。

順応的管理の手順



<図 順応的管理の手順>

【出典：海の自然再生ワーキンググループ(2007),『順応的管理による海辺の自然再生』,国土交通省港湾局, P. 25】

