

平成 18 年度社会資本整備事業調整費

ダム貯水池における流木流入災害の 防止対策検討調査報告書

平成 19 年 3 月

林野庁 森林整備部
国土交通省 河川局

目 次

【要約編】

1. 調査の目的	(1)
2. 調査の内容	(1)
2.1 調査のフロー	(1)
2.2 調査の実施方針	(1)
3. 調査の結果	(3)
3.1 ダム貯水池における流木流入災害に係る共通認識の整理（案）	(3)
3.2 ダム貯水池における流木流入災害に係る現状把握と課題等の整理	(4)
3.3 ダム貯水池における流木流入災害の防止に係る対応の方向	(7)

【本編】

1. 調査概要	1
1.1 調査の目的	1
1.2 調査のフロー	1
1.3 調査の実施方針	1
1.4 調査の内容	3
1.4.1 ダム貯水池への流木流入の定量的把握等のための基礎調査の実施	3
1.4.2 流木の発生・挙動メカニズムの分析・検討	3
1.4.3 ダム貯水池における流木流入災害に関する現状把握及び課題等の整理	3
1.4.4 ダム貯水池における流木流入災害の防止に係る対応の方向	4
1.5 委員会	4
2. ダム貯水池への流木流入の定量的把握等のための調査・分析結果	5
2.1 既往知見の整理	5
2.1.1 既往知見の概要	5
2.1.2 流木発生メカニズム	8
2.1.3 流木災害の状況	27
2.1.4 流木対策	37
2.1.5 流木の発生に関する既往調査事例	43

2.2 ダム貯水池への流木流入に関する実態調査及び分析検討	51
2.2.1 ダム貯水池における流木分類調査の方法	51
2.2.2 聞き取り調査	55
2.2.3 ダム貯水池における流木の調査結果	56
2.2.4 結果のまとめと今後の課題	92
2.3 流木の発生・挙動に関する実態調査及び分析検討	94
2.3.1 鶴田ダムおよび平成18年7月豪雨の概要	94
2.3.2 鶴田ダム流域における流木調査の概要	118
2.3.3 流木の発生に関する実態調査	121
(1) 調査地点候補の抽出	122
(2) 現地踏査による現地調査（発生源調査）地点の選定	139
(3) 現地調査（発生源調査）	142
(4) 流木の発生に関する解析	174
2.3.4 流木の挙動に関する実態調査	183
(1) 現地調査（流下状況調査）	183
(2) 流木の挙動に関する解析	195
2.3.5 流木の発生・挙動メカニズムの分析	206
(1) 新・旧別	207
(2) 針葉樹・広葉樹別	207
(3) 自然倒木・伐採木別	207
(4) 流木の発生・挙動のまとめ	208
2.4 ダム貯水池における流木流入災害に関する現状把握及び課題等の整理	211
(1) ダム貯水池における流木流入災害に係る共通認識の整理（案）	211
(2) ダム貯水池における流木流入災害に係る現状把握と課題等の整理	212
3. ダム貯水池における流木流入災害の防止に係る対応の方向	215
4. 委員会の開催	234

【フォローアップ計画書】

【要約編】

1. 調査の目的

流木による災害については、これまでも種々の対策がとられてきたが、近年、局地的な豪雨が増加傾向にあり、平成17年度においても台風等による豪雨を起因とする流木災害が各地で発生した。

これらの災害は、豪雨の増加に伴う上流域における渓岸侵食等の増加が原因となっているものと見込まれており、下流域への重要な水源となるダム貯水池においては、流木の除去費用の増大やダム施設への悪影響等が問題となっている。

また、今後安定的に水資源を供給し続けるためにも、ダム貯水池へ流入する流木の対策について早急に検討する必要がある。

本調査では、近年の降雨パターン等自然条件の変化を踏まえ、上流の水源地域の森林の状況把握や流木の発生・挙動メカニズムを分析・検討し、ダム貯水池への流木流入災害についての課題を整理するとともに、林野庁及び国土交通省における連携方策をとりまとめ、流木災害の効率的かつ効果的な防止をめざすものである。

2. 調査の内容

2.1 調査のフロー

調査のフローは、図 1 - 1に示すとおりである。

なお、本調査においては、流木流出等に関わる学識経験者や行政関係者等から構成される「ダム貯水池における流木流入災害の防止対策検討委員会」を設置し、委員会での意見・検討に基づき調査を実施した。

2.2 調査の実施方針

本調査の実施にあたっては、次に示す実施方針を設定した。

ダム管理に影響を与える流木の発生・挙動等に係る調査・研究は緒に就いたばかりであることから、既往知見や調査データ等を集約し、体系的な整理を行う。

限られた期間での調査であることから、調査対象として適したダム貯水池をモデルとして抽出し、その流域及び貯水池において流木の発生・挙動等に係る現地調査を実施し、実態の把握に努める。

上記 及び から得られた調査結果を総合し、流木流出等に係る現状と課題を明らかにするとともに、流木の発生・挙動メカニズムの分析・検討を行うことにより、効率的かつ効果的な連携方策を検討するために必要な情報を得る。

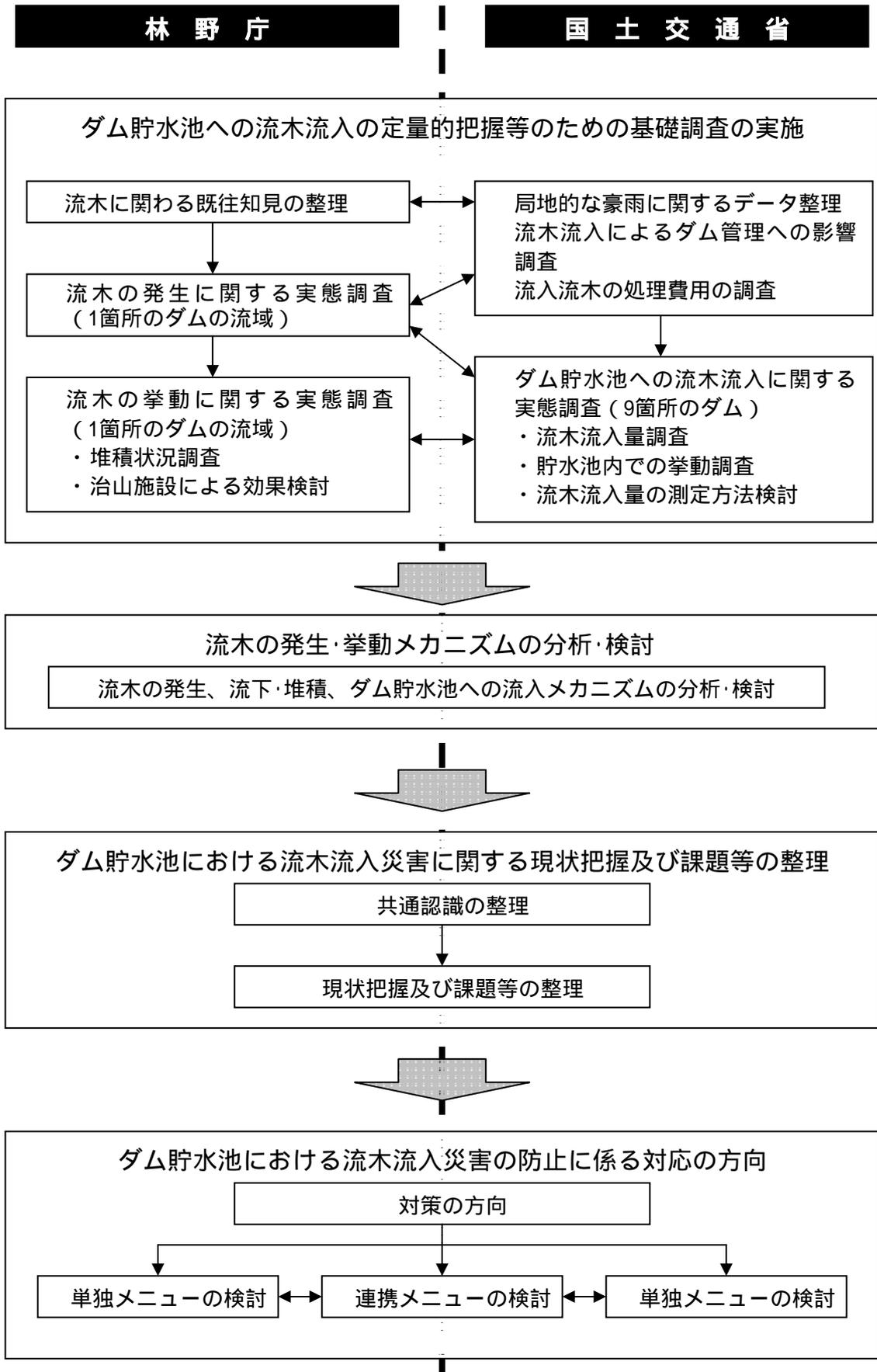


図 1 - 1 ダム貯水池における流木流入災害の防止対策検討調査 調査フロー

3. 調査の結果

3.1 ダム貯水池における流木流入災害に係る共通認識の整理（案）

【近年における流木流入災害の顕在化の要因について】

- ・ 日本の森林は、昭和 30 年～40 年代に比べて生長し、蓄積量が大幅に増加してきたことにより、樹木の根の働きである土砂流出・崩壊防止機能が発揮され、「表層崩壊」による山地災害を減少させてきた。
- ・ 一方、近年の局地的な豪雨の発生頻度の増加に伴い、森林の根系の及ばない深さでの「深層崩壊」が発生する傾向にあり、大量の土砂とともに多くの立木が崩落し流出していることが推察される。
- ・ また同時に、豪雨の発生頻度の増加は、河畔林や溪岸を侵食し、流木の発生につながっていることが推察される。
- ・ さらには、河道内においてもダムによる洪水流量の低減や環境からの要請により、河畔林が伐採しにくくなったこと等により、河道内や河畔林等の樹木の生長が進み、大きな出水時にはこれら樹木が大量の流木となって発生していることが推察される。
- ・ 流木災害の顕在化は、以上の要因が複合的かつ相乗的に関係しているものと考えられる。

【流木流入災害の顕在化に伴う問題点等について】

- ・ 流木発生量の増加に伴い、ダム貯水池に大量の流木が流入し、ダム管理への悪影響（施設の破損、航路阻害、排水ゲートの閉塞、水質・景観悪化等）が問題となっている。
- ・ また、河川での流下の過程においては、流木が橋梁に引っかかって破壊したり、河道を閉塞したりすることで浸水被害等につながる等の問題が指摘されている。
- ・ これら流木の処理に係る施設整備や維持管理等が必要となり、これに伴う労力、費用等が大きな負担となっている。

【流木流入災害に係る連携方策の検討について】

- ・ 表層崩壊は減少しているものの深層崩壊が目立ってきたこと、材積が増加していること、景観や生態系の問題で河畔林の伐採が難しくなっていること等より、今後ダム貯水池への流木流入は増加していくことが予想される。このため、流木が発生することを前提とした対策が必要となる。
- ・ ダム貯水池における流木流入災害の発生防止に向けては、森林域、河川域等それぞれでの流木対策の実施はもちろんのこと、森林域と河川域との連携方策について検討を行い、効率的かつ効果的な流木災害の防止をめざすことが重要である。

3.2 ダム貯水池における流木流入災害に係る現状把握と課題等の整理

【 流木の発生状況及び発生・流下メカニズムについて】

- ・全国のダム管理者へのアンケート調査によると、約 200 ダムの流木流入量は平均 550m³ / ダム / 年(平成 16 年の場合)であるが、ダム貯水池への流木流入量の年間変動は大きく、数万m³の流木流入量が観測される事例が報告されている。流木の流入・捕捉量が多かったケースでは、ダムにより下流への流木の流下を阻止することで、ダム下流域における災害防止に大きく貢献しているものと考えられる。
- ・一方、大量に発生した流木は再度災害に備えるため、ダム管理者が可及的速やかに回収・処理を行っており、従来発生要因の分析までには至っていなかった現状がある。
- ・流木の発生・流下特性等については流域特性の他、出水状況等に左右される可能性が大きいことが示唆されているが、その具体的かつ定量的な関係についての知見は不足している現状にある。
- ・今回のダム貯水池への流木流入に関する実態調査によると、調査対象ダムにおいては流木に占める伐採木が多いダムで 10%程度であり、自然倒木の割合が多かった。また、対象ダムの調査結果では人間活動由来の建築廃材や生活廃棄物はダムと集落の位置関係に大きく影響されていること、発生する樹種が地域の植生を反映していること、上流に河畔林が卓越したダムでは河畔林由来の流木が多いことなどが明らかになった。

【 流木による河川・ダム管理上の課題について】

- ・大量の流木が発生した場合、流木の橋脚への引っかかり等による橋梁の破壊や、水位のせきあげによる治水への悪影響があることは一般に広く知られており、また、ダム管理者へのアンケート調査結果等では、網場を通過した流木によるゲート機能の阻害、網場の破損、巡視船の航路阻害、流木が滞留・沈降することによる水質悪化の懸念、景観の悪化、処理費用の発生など、ダム管理への影響が指摘されている。
- ・ダムにおける流木の回収・処理費用は高額であり(全ダム平均 22,700 円/m³)、ダムにおいて捕捉した場合はダム管理者の負担で処理している。
- ・一方、流木の発生原因者はダム管理者ではないため、利水ダムでの網場の設置判断はダム管理者に委ねられている。網場の設置が行われていないダムにおいては、ゲート等の機能阻害への危険度が増すことに加え、ダムを通過して下流河川や海岸に大量に流出する等の課題があるのが現状である。
- ・流木災害対策は国民の生命財産を守る治水上の効果があり、対策を行う場合の関係者も多岐にわたることから、今後、治水面からみた流木流入対策の位置づけや関係者間の対応の在り方等を検討する必要があると考えられる。

【 流木の発生抑制及び流下抑制のための課題について】

発生抑制のための課題

- ・ 今回の鶴田ダム流域での調査結果によると、崩壊地等に残存している倒木等を多く確認しており、次回の大雨に伴う拡大崩壊等により流木化する可能性が高く、これら荒廃地での復旧工事を強化していくことにより、流木の発生抑制を図っていく必要がある。
- ・ 今回の鶴田ダム流域での調査結果によると、ダム貯水池に流入した流木は、主にダム直上流の河川と、ダム貯水池に面した地域の崩壊地に存在していた立木や倒木等に由来している可能性が高いため、ダム貯水池近傍において、荒廃地対策の強化や土地管理の充実等の対策を図っていくことが効果的である。なお、河床・溪岸等に堆積した流木や崩壊地に残存した倒木等は、一回の洪水で全て下流まで流出するわけではなく、次回の出水や拡大崩壊等に伴いダム貯水池に徐々に流下・流入して流木化するメカニズムが示唆されている。
- ・ 河川内に発達した河畔林も大きな発生源となりうるものであり、今回調査を実施した鶴田ダムを代表として、上流に大きな流域を有する場合には、河畔林由来と推定される流木や草葉類が卓越する傾向がみられた。
- ・ さらには、河川上流にダムが位置する流域面積の小さいダム貯水池の流域においても、土石流や洪水流に伴って溪畔林や溪流沿いの森林が侵食を受けて流木が発生している。
- ・ 予算等の制約の中、地域特性を踏まえた流木の発生抑制対策を図っていくためには、ハード施設整備のみならず、環境面に配慮した溪畔林・河畔林等の適切な管理に加え、流木の発生の萌芽を適切にとらえ、発生回避のための方策を図っていく仕組みづくりが必要と考えられる。

流下抑制のための課題

- ・ 溪流においては、流木を捕捉する施設が整備されているが、コンクリート治山ダム等の不透過型施設よりも、スリットダム等の透過型施設による流木捕捉効果が高いことが報告されており、今後の工法選定にあたっては流木捕捉効果も考慮に入れた検討が必要となってくる。
- ・ ダム貯水池における流木流下抑制対策として代表的なものは網場の設置であり、適切に設置されている場合、ほとんど全量の流木をダムにおいて捕捉することで災害防除に大きく貢献しているものと考えられる。しかしながら、網場の設計条件を越えるような大量の流木が発生した場合には、網場の破断のおそれ等もあるため、この点につき必要に応じ検討することが重要と考えられる。また、大量の流木発生が想定される河川においては、網場が設置されていないダムへの網場設置の可能性につき検討する必要があると考えられる。
- ・ 一方、河道部における流下抑制対策については、河道内において流木捕捉施設を設けている例が見受けられるものの、全国的にも事例が非常に少ない状況である。河道部における

対策は洪水の流下能力阻害への影響等、複雑な要因を考慮する必要があるが、大量の流木発生が見込まれる河川においては、その設置可能性について検討することが必要と考えられる。

【 流木の回収・処理及び利活用について】

- ・ 溪流・溪畔林等に堆積している流木等については、その除去と有効活用を図ることが課題となっている。
- ・ ダム貯水池の網場で捕捉された流木は、バイオマス資源として利用可能な成分が多いと考えられるが、全国でのアンケート調査の結果では、捕捉された流木を未だ（一般）廃棄物とみなして処分しているダムが5割以上を占めており、その場合、廃棄物処理のための費用がダム管理の大きな負担となっているといった現状がある。
- ・ 一方、流木の利活用を図っている場合の費用については、一般に廃棄物処理よりも安価となっていることが判明している。このため、流木捕捉機能の改造や強化といった技術的な検討を実施するとともに、地域性を踏まえた流木の種々の有効利用の可能性につき引き続き検討してゆくことが重要である。
- ・ 流木の利活用を考えた場合、流木は年ごとの発生量にばらつきが大きいいため、供給量が不安定であることから、処理や利活用のための施設を建設しても継続的な運営が困難な場合がある。施設の安定的な運営のため、同様の木質廃材が発生する林産業や農畜産業との連携が有効と考えられる。
- ・ 今後、流木を回収・処理または資源として有効利用していく場合、流木について異なった解釈が存在しないよう、法的な位置づけ等を明確にしておく必要がある。

【 流木対策の枠組みについて】

- ・ 一般に、流木は発生地点と集積・回収・処理地点が異なり、その過程で多くの事業主体や行政機関が関係している。一方、現実には、流木を回収した自治体または事業主体には多くの負担が生じている。
- ・ 今後、流木対策を流域全体でとらえ効率的に実施していくためには、関係機関による共通認識を醸成するとともに、連携を推進していくことが重要な課題として挙げられる。また同時に、安全性等に配慮しつつ、ボランティアネットワーク等との連携・活用も有効であると考えられる。

3.3 ダム貯水池における流木流入災害の防止に係る対応の方向

ダム貯水池における流木流入災害の防止に係る対応の方向を一覧表として表3-1に整理した。

また、各対策メニューの概要は、表3-2に示すとおりである。

表 3-1 ダム貯水池における流木流入災害の防止に係る対応の方向

施策	施策キーワード	国土交通省	林 野 庁
発生抑制施策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 溪畔林管理 ・ 河畔林管理 ・ 荒廃地の復旧 	(単独メニュー) 3 河畔林管理の充実(環境面も考慮した多面的な検討) 4 ダム貯水池周辺の土地管理の充実(河川区域内)	(単独メニュー) 1 溪畔林管理の充実 (健全な溪畔林の維持、環境配慮等) 2 治山施設の整備による荒廃地の復旧の強化
流下抑制施策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 溪流における対策 ・ 河道内における対策 ・ ダム貯水池内における対策 	(単独メニュー) 6 流木災害防止に関する治水面からの位置づけ等の検討 7 河川での流下抑制対策の実施	(単独メニュー) 5 溪流における流木対策施設の整備(流木捕捉施設等の整備)
回収・処理・利活用の推進施策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 回収・処理の方法、費用負担 ・ 流木利活用の多様化 	(単独メニュー) 6 流木災害防止に関する治水面からの位置づけ等の検討(再掲) 9 ダム貯水池における流木の回収・処理のための技術開発 <ul style="list-style-type: none"> ・ 流木の回収等の効率化の検討 ・ 網場機能の効率的な改善策の検討 10 流木の多様な利活用の推進	(単独メニュー) 8 流木の木製土留工、木柵工等治山施設整備への利用の検討
		(連携メニュー) <u>11 流木回収・処理・利活用に関する法的整理</u> <ul style="list-style-type: none"> ・ 流木の多様な法的解釈の整理と法的位置づけの明確化による、流木の利活用の推進 <u>12 林産業等とダム流木利活用との連携策の検討</u> <ul style="list-style-type: none"> ・ 流木の処理・利活用に際しての周辺地域の林産業等との連携策の検討 	
対策を進めるための枠組みづくり	<ul style="list-style-type: none"> ・ 上下流連携、多様な主体の連携 ・ ボランティアネットワーク 	(単独メニュー) 13 流木の回収・利活用のための地域との連携	
		(連携メニュー) <u>14 流木発生・流下メカニズムの解明</u> <ul style="list-style-type: none"> ・ 引き続き流木の発生、流下メカニズムにつき調査・研究の継続を検討 <u>15 流木レンジャーの導入(ダム上流域)</u> <ul style="list-style-type: none"> ・ 流域の巡視活動による情報収集、対策の提案、現地指導等を林業関係者、河川管理に詳しい方、地域住民及びボランティア等との協働や連携で実施 <u>16 流木対策に関する上下流域での連携の推進</u> <ul style="list-style-type: none"> ・ 森林・河川・ダム・海岸等管理者、地方自治体、ボランティアネットワーク等との共通認識の醸成と連携の推進 	

表3 - 2 各対策メニューの概要(1)

	対 策 名	実施省庁	概 要
1	溪畔林管理の充実	林野庁	環境面に十分配慮した上で、治山施設等の整備により、溪流周辺の大規模な土砂移動を防止すること等により溪畔林を保全する。 また、必要に応じて溪流内や溪畔林付近等に堆積している流木や倒木等を除去するなど、適切な溪畔林管理を実施する。
2	治山施設の整備による荒廃地の復旧の強化	林野庁	拡大崩壊等により、溪流・河川及びダム貯水池に倒流木を供給する危険性のある荒廃地については、護岸や崩壊面の復旧工事など、治山施設整備を推進することにより拡大崩壊等を防止し、土砂生産防止と併せて流木の発生を抑制する。
3	河畔林管理の充実	国土交通省	環境面等の要請を考慮した河畔林や河道内樹木の伐採・除草、流木除去等の定期的な実施を図る。
4	ダム貯水池周辺の土地管理の充実	国土交通省	ダム貯水池周辺の河川区域の維持管理を充実させ、法面崩壊が生じないように留意しつつダム管理を継続する。
5	溪流における流木対策施設の整備	林野庁	土石流発生の危険性が高い箇所においては、流木を捕捉するためにスリットダムを配置することが効果的である。また、スリットダムが土石流を捕捉した場合は、土石・流木を取り除く必要があり、メンテナンスを考えた対応が継続的な効果を生む。 溪流内に堆積した流木は、中小洪水でも頻繁に移動を繰り返すことが多いため、ダムに設置した流木止め、スクリーンダム等で流木を捕捉する必要があり、十分なメンテナンスを行うことが望まれる。
6	流木災害防止に関する治水面からの位置づけ等の検討	国土交通省	今後、流木発生が多く見込まれる流域等において、流木災害防止に関して国民の生命財産を守る治水面からの位置づけを検証し、それに基づく対策の検討を行う。
7	河川での流下抑制対策の実施	国土交通省	流木災害が考えられる河川において、流木を効果的に捕捉する可能性のある河川屈曲部等、河川特性を活かした河川構造物の設置の可能性について検討し、可能なものから実現を図る。
8	流木の木製土留工、木柵工等治山施設整備への利用の検討	林野庁	木製治山施設の特徴としては、軽量で資材の運搬が容易な点、施工が簡単で工期の短縮が図れる点、材が腐敗する点、柔軟性に富む点、周辺の森林になじみ、修景効果に優れている点などがあり、メニュー 11(流木回収・処理・利活用に関する法的整理)を踏まえ、これら施設への流木等の有効活用を図ることを検討する

表3-2 各対策メニューの概要(2)

	対 策 名	実施省庁	概 要
9	ダム貯水池における流木の回収・処理のための技術開発	国土交通省	<p>大量の流木が見込まれるダム貯水池において、網場設計における前提条件の再検討を行うとともに、網場の多重化・係留方式の改造・チェーンネット式の採用・水面下ネット長の延長等の対応策を検討する。</p> <p>また、流木回収を効率的に行うため、流木が滞留することの多い入り江地形等に堆積させないための措置等も有効である。</p> <p>さらに、網場が設置されていないダムへの設置検討を行う場合には、流速が速い場合への対応、網場が破断した場合の下流域に及ぼす影響、流木が滞留することによる水質悪化等を総合的に判断する必要がある。</p>
10	流木の多様な利活用の推進	国土交通省	<p>今後、多様な方法での流木の利活用を積極的に推進してゆくためには、流木利活用に関する知見や情報を蓄積し、発信していくことはもとより、流木利活用を通して地域住民とダム管理者が連携していくためのシステムづくりの検討が必要である。</p>
11	流木回収・処理・利活用に関する法的整理	国土交通省 林野庁	<p>流木に関する多様な法的解釈を整理するとともに、廃棄物担当官庁を交えた流木の法的位置づけを明確化する。それを踏まえて、流木の利活用を推進する。</p>
12	林産業等とダム流木利活用との連携策の検討	国土交通省 林野庁	<p>ダム貯水池近隣の木質系バイオマスを利用している事業者との施設の共同運営、共同処理等に関し、流木の品質や処理コストの増高の有無等について十分に配慮しつつ検討する。</p>
13	流木回収・利活用のための地域との連携	国土交通省	<p>既往のボランティア等の活用事例を調査し、その際の作業安全の担保や組織づくりの知見を集積し公開する。</p>
14	流木発生・流下メカニズムの解明	国土交通省 林野庁	<p>どこかで大きな流木災害が起こったときに緊急にスタートする研究プロジェクトを含め、引き続き流木の発生・流下メカニズムを解明するための調査・研究を継続することを検討する。</p>
15	流木レンジャーの導入	国土交通省 林野庁	<p>流域内の定期的な巡視により、流木発生及び流下メカニズムについての情報を収集・集約し、対策の提案を行い、現地指導等を行うための人材を「流木レンジャー」として配置することを検討する。流木レンジャーの活動に要する経費の全部または一部はダム管理費より充当できる仕組みを検討する（ダム貯水池における処理費用との経済比較が必要）。</p> <p>流木レンジャーには、林業関係者や河川管理に詳しい方等のアポイントが有効と考えられる。</p>
16	流木対策に関する上下流域での連携の推進	国土交通省 林野庁	<p>流木災害が見込まれる流域において、森林・河川・ダム・海岸等の管理者、関係自治体及びボランティアネットワーク等が合同で流木問題についての認識を共有する場を設け、連携しながら対策等について検討・協議する。</p>