令和元年度　水源森林再生対策事業（尾原地区）
全体計画調査、測量・設計業務

全測連中国地区協議会
第7回　土木設計関係技術発表会
2020.10.9（米子コンベンションセンター）

株式会社ワールド測量設計
技術2部　地域計画課
平野　浩

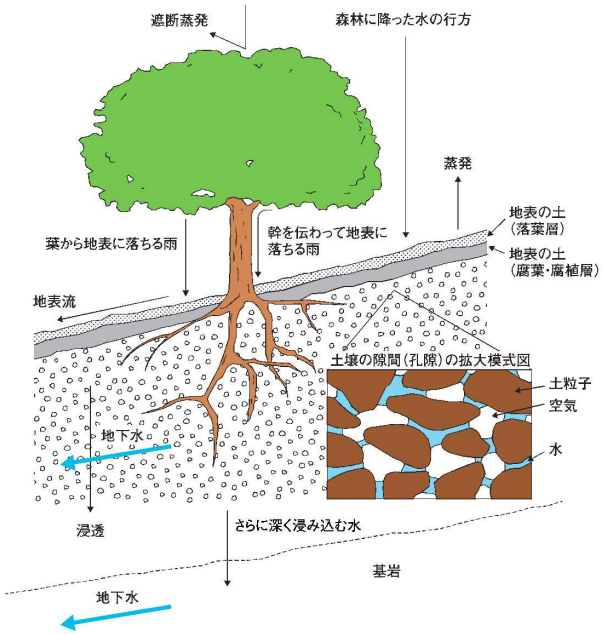
発　表　内　容

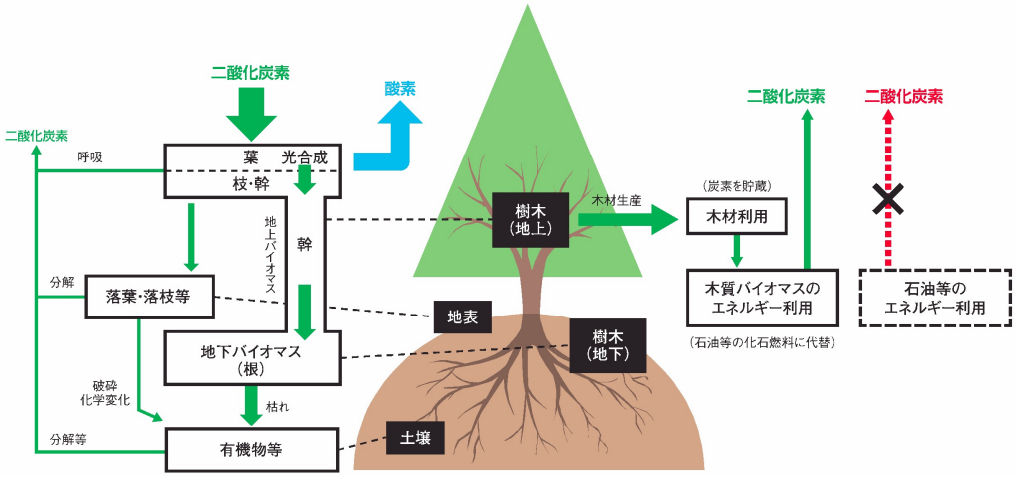
1. はじめに
2. 業務内容
3. 社会的要請及び業務実施上の課題
   （1）働き方改革
   （2）事業スケジュール
4. 荒廃地等調査
5. 荒廃森林調査
6. クマタカ調査
7. 全体計画
8. 保全措置及び事業スケジュール
9. おわりに

1.　はじめに

水源森林再生対策事業は、ダム上流等の水資源の確保上重要な水源地域及び集落の生活用水等の確保上重要な水源地域等において、森林の有する水源かん養機能を高度に発揮させ、水資源の確保、国土の保全、良質な生活用水等の確保とあわせ、水産資源の維持・培養、保健休養にも資するため、荒廃地、荒廃移行地等の復旧整備及び荒廃森林等の整備を実施する保安施設事業である。

本業務は、上記の目的を達成するために、全体計画調査及び渓間工の測量及び詳細設計を実施したものである。

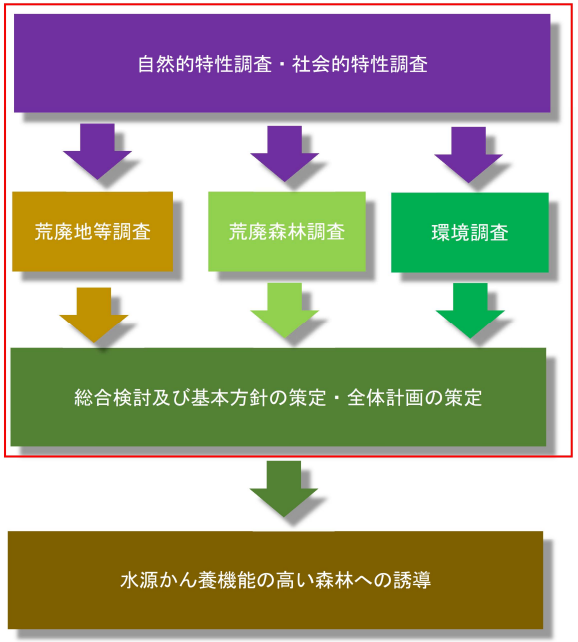


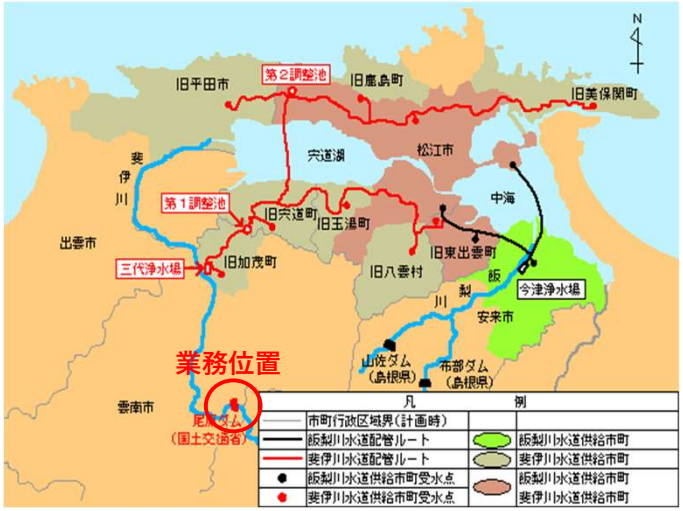


2.　業務内容

事業地概要
事業対象区域面積：1,134.26ha
整備対象区域面積：774.69ha
森 林 面 積　：774.69ha
主 要 樹 種　：スギ、ヒノキ、その他広葉樹

斐伊川水道概要
対象市：松江市、出雲市、雲南市
給水人口：225,748人(2019年9月末時点)





3.　社会的要請及び業務実施上の課題

（1）働き方改革

現代社会が直面する「少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少」、「働く人々のニーズの多様化」などの課題に対応するためには、投資やイノベーションによる生産性向上等が不可欠である。

（2）事業スケジュール

本事業区域は、過去の尾原ダム関連の環境調査により、クマタカの生息が確認されており、一般に公表されている。

今回の事業は、4年程度で森林整備、水土保全施設の設置を行うものであるが、整備対象エリアが広範囲であることから、事業実施段階でクマタカが確認された場合、スケジュールに支障をきたす懸念がある。

4.　荒廃地等調査

　山地災害危険地区調査要領（平成28年7月　林野庁）に準拠し、7箇所の荒廃渓流を選定した。
　本調査要領には、渓岸侵食、不安定土砂の堆積、流木等の因子が反映されていないことから、判定基準を独自に設定し、調査要領と照合することで発注者の了解を得た。

○　荒廃渓流調査結果一覧表（1／2）

渓流番号	箇所名	危険地番号	荒廃発生源の崩壊（地すべり）危険度																					荒廃発生源の崩壊（地すべり）危険度	転石の混入割合	荒廃発生源直下の渓床勾配	崩壊土砂流出区間の延長	平均渓床勾配	合計	崩壊土砂流出危険度判定	被災危険度判定	崩壊土砂流出危険地区の危険度判定	既設谷止工（ポケット有）	既設を考慮した危険度判定	渓流直下の被災危険度判定	最終危険度判定
			雨量区分、地質、地形及び林況					小計	地震							小計	落石					小計	合計	山腹崩壊危険度												
			傾斜	縦断面形	横断面形	土層深	齢級		震央又は活断層からの距離	斜面傾斜	斜面横断面形	斜面長	メッシュの斜面位置	斜面の状況	土層深		斜面横断面形	斜面長	メッシュの斜面位置	斜面の状況	土層深														
1		32209-266	49	17	15	4	28	113	1	4	3	4	3	1	4	20	0	0	0	0	0	0	133	a_1	56	20	5	14	30	125	b_1	c_2	C		C	1	B
2		32209-371	23	28	28	4	28	111	1	1	2	2	3	1	4	14	0	0	0	0	0	0	125	a_1	56	20	0	14	16	106	c_1	c_2	C		C	1	C
3		-	49	17	28	4	28	126	1	4	2	5	3	1	4	20	0	0	0	0	0	0	146	a_1	56	5	0	14	30	105	c_1	c_2	C		C	1	C
4		32209-277	49	21	0	4	34	108	1	4	3	2	3	1	4	18	0	0	0	0	0	0	126	a_1	56	5	5	14	24	104	c_1	c_2	C		C	1	C
5		32209-269	49	21	28	4	32	134	1	1	2	0	3	1	4	12	0	0	0	0	0	0	146	a_1	56	5	5	37	16	119	c_1	b_2	C		C	1	C
6		32209-270	49	21	28	4	28	130	1	1	2	0	3	1	4	12	0	0	0	0	0	0	142	a_1	56	5	0	14	24	99	-	c_2	C		C	1	C
7		32209-271	49	28	28	4	28	137	1	4	2	4	3	1	4	19	0	0	0	0	0	0	156	a_1	56	5	0	14	30	105	c_1	b_2	C		C	1	C
8	3工区	32209-272	49	17	15	4	28	113	1	4	3	2	3	1	4	18	0	0	0	0	0	0	131	a_1	56	5	27	37	30	155	a_1	b_2	A		A	1	A
9		32209-273	66	28	28	4	28	154	1	4	2	2	3	1	4	17	0	0	0	0	0	0	171	a_1	56	5	14	37	24	136	b_1	c_2	C		C	0	C
10		32209-274	49	28	28	4	32	141	1	1	2	2	3	1	4	14	0	0	0	0	0	0	155	a_1	56	5	5	37	24	127	b_1	c_2	C		C	0	C
11		32209-372	23	21	15	4	18	91	1	1	3	5	3	1	4	18	0	0	0	0	0	0	109	c_1	40	20	20	14	30	124	b_1	c_2	C		C	1	B
12		32209-275	23	21	28	4	32	108	1	1	2	5	3	1	4	17	0	0	0	0	0	0	125	a_1	56	5	0	37	24	122	b_1	b_2	B		B	1	B
13		-	66	0	0	4	28	98	1	8	3	4	3	1	4	24	0	0	0	0	0	0	122	b_1	48	5	0	0	30	83	-	c_2	C		C	2	C
14		32209-288	23	28	28	4	28	111	1	0	2	2	3	1	4	13	0	0	0	0	0	0	124	b_1	48	5	5	14	24	96	-	a_2	B		B	3	C
15	4工区	-	23	28	28	4	34	117	1	0	2	2	3	1	4	13	0	0	0	0	0	0	130	a_1	56	20	5	37	16	134	b_1	a_2	A		A	2	A
16		-	49	17	28	4	28	126	1	4	2	2	3	1	4	17	0	0	0	0	0	0	143	a_1	56	5	5	14	30	110	c_1	a_2	B		B	2	C
17		-	66	28	28	4	28	154	1	8	2	2	3	1	4	21	0	0	0	0	0	0	175	a_1	56	5	0	0	30	91	-	a_2	B	○	C	2	C
18		32209-374	23	17	15	4	28	87	1	1	3	4	3	1	4	17	0	0	0	0	0	0	104	c_1	40	20	0	0	30	90	-	a_2	B	○	C	2	C
19		32209-287	49	0	15	4	34	102	1	1	3	4	3	1	4	17	0	0	0	0	0	0	119	b_1	48	5	0	14	24	91	-	a_2	B	○	C	1	C
20		-	49	28	28	4	28	137	1	1	2	4	3	1	4	16	0	0	0	0	0	0	153	a_1	56	5	27	14	30	132	b_1	a_2	A		A	1	B
21		32209-373	49	17	15	4	32	117	1	4	3	2	3	1	4	18	0	0	0	0	0	0	135	a_1	56	20	14	14	30	134	b_1	a_2	A	○	C	2	C
22		32209-375	66	17	28	4	32	147	1	4	2	2	3	1	4	17	0	0	0	0	0	0	164	a_1	56	20	14	14	30	134	b_1	a_2	A		A	1	B
23	6工区	32209-282	49	17	15	4	28	113	1	1	3	4	3	1	4	17	0	0	0	0	0	0	130	a_1	56	20	5	37	24	142	a_1	a_2	A		A	2	A
24	5工区	32209-316	49	17	15	4	28	113	1	1	3	2	3	1	4	15	0	0	0	0	0	0	128	a_1	56	20	5	37	24	142	a_1	a_2	A		A	3	A

○　荒廃渓流調査結果一覧表（2／2）

渓流番号	箇所名	危険地番号	荒廃発生源の崩壊（地すべり）危険度																					荒廃発生源の崩壊（地すべり）危険度	転石の混入割合	荒廃発生源直下の渓床勾配	崩壊土砂流出区間の延長	平均渓床勾配	合計	崩壊土砂流出危険度判定	被災危険度判定	崩壊土砂流出危険地区の危険度判定	既設谷止工（ポケット有）	既設を考慮した危険度判定	渓流直下の被災危険度判定	最終危険度判定
			雨量区分、地質、地形及び林況					小計	地震							小計	落石					小計	合計	山腹崩壊危険度												
			傾斜	縦断面形	横断面形	土層深	齢級		震央又は活断層からの距離	斜面傾斜	斜面横断面形	斜面長	メッシュの斜面位置	斜面の状況	土層深		斜面横断面形	斜面長	メッシュの斜面位置	斜面の状況	土層深															
25		32209-283	23	17	28	4	32	104	1	1	2	4	3	1	4	16	0	0	0	0	0	0	120	b_1	48	5	0	37	24	114	c_1	a_2	B		B	3	B
26		32209-286	66	17	15	4	32	134	1	4	3	2	3	1	4	18	0	0	0	0	0	0	152	a_1	56	20	27	0	30	133	b_1	a_2	A	○	C	3	C
27		32209-345	49	17	28	4	32	130	1	1	2	2	3	1	4	14	0	0	0	0	0	0	144	a_1	56	9	27	14	30	136	b_1	a_2	A	○	C	3	C
28		32209-346	49	17	15	4	32	113	1	1	3	4	3	1	4	17	0	0	0	0	0	0	130	a_1	56	9	5	14	30	114	c_1	a_2	B	○	C	3	C
29		-	23	17	28	4	28	100	1	0	2	2	3	1	4	13	0	0	0	0	0	0	113	c_1	40	20	27	14	30	131	b_1	a_2	A		A	1	B
30	7工区	32209-284	23	17	28	4	28	100	1	1	2	2	3	1	4	14	0	0	0	0	0	0	114	c_1	40	5	14	37	24	120	b_1	a_2	A		A	2	A
31	1工区	32209-285	49	28	28	4	28	137	1	1	2	2	3	1	4	14	0	0	0	0	0	0	151	a_1	56	20	27	14	30	147	a_1	a_2	A		A	1	A
32	2工区	-	23	28	28	4	28	111	1	1	2	4	3	1	4	16	0	0	0	0	0	0	127	a_1	56	20	27	14	30	145	a_1	a_2	A		A	2	A
33		-	49	17	15	4	28	113	1	1	3	4	3	1	4	17	0	0	0	0	0	0	130	a_1	56	20	14	14	24	128	b_1	a_2	A		A	1	B
34		-	23	17	28	4	32	104	1	1	2	4	3	1	4	16	0	0	0	0	0	0	120	b_1	48	5	0	14	24	91	-	a_2	B		B	1	C
35		32209-268	23	17	28	4	32	104	1	0	2	5	3	1	4	16	0	0	0	0	0	0	120	b_1	48	0	0	14	16	78	-	c_2	C		C	1	C
36		-	49	17	28	4	32	130	1	1	2	4	3	1	4	16	0	0	0	0	0	0	146	a_1	56	0	14	14	30	114	c_1	a_2	B		B	1	C
37		32209-289	49	17	15	4	32	117	1	1	3	4	3	1	4	17	0	0	0	0	0	0	134	a_1	56	5	0	0	30	91	-	a_2	B	○	C	2	C
38		-	23	17	28	4	32	104	1	0	2	4	3	1	4	15	0	0	0	0	0	0	119	b_1	48	0	0	0	24	70	-	a_2	B		B	1	C
39		-	23	28	28	4	32	115	1	1	2	2	3	1	4	14	0	0	0	0	0	0	129	a_1	56	5	5	0	30	96	-	a_2	B		B	1	C
40		-	49	28	15	4	28	124	1	4	3	4	3	1	4	20	0	0	0	0	0	0	144	a_1	56	5	27	0	30	118	c_1	a_2	B	○	C	3	C

5.　荒廃森林調査

　本地区における荒廃森林調査は、手入れ不足のスギ・ヒノキ人工林、松くい虫被害林分、広葉樹を駆逐した竹林を対象とした。

①　調査内容

□人工林

スギ及びヒノキの林分において、以下の項目について現地調査を実施し、それぞれの状況を把握した。

調査項目：植栽樹種、平均樹高、平均胸高直径、成立本数、収量比数、
樹冠祖密度、形状比、樹冠長、樹冠長率、傾斜、
広葉樹林地との位置関係、相対照度、土壌流亡の状況、
植被率（低木及び草本）、ササ植被率

※赤字の調査項目は「森林三次元計測システム」により測定
※緑字の調査項目は新たな森林整備手法を提案
※紫字の調査項目は下層植生の種類により総合的に判断

□松くい虫被害林分

松くい虫被害が発生した林分において、高木層、亜高木層、低木層及び草本層の種別等を現地調査により確認し、天然更新の状態を確認した。

□モウソウチク侵入林分

モウソウチクの侵入により、広葉樹林等が駆逐された林分を現地調査により確認した。

②　森林三次元計測

スギ・ヒノキ人工林において、「森林三次元計測システム」を採用し、以下の成果を得ることができた。

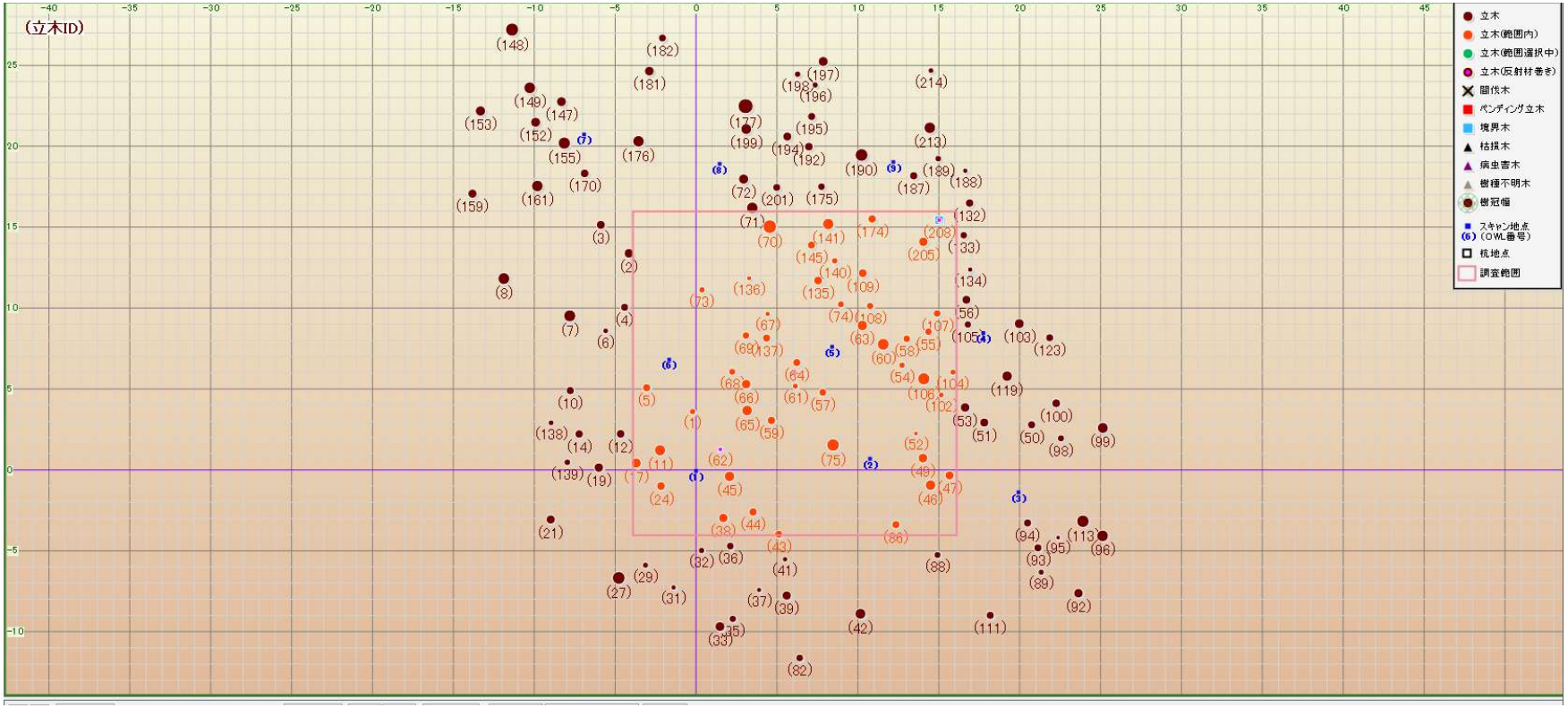
- 計測のバラツキ解消、記録の電子化
- 林相（森林の荒廃状況）・地形の三次元可視化
- 業務の効率化、作業時間の短縮（働き方改革）

種　別	外業時間（1プロット）	内業時間（1プロット）
従来の手法	120分	60分
三次元計測	10分	–

本調査のプロット数：27プロット
従来の手法：3プロット／日　×　9日　=　27プロット
三次元計測：18プロット／日　×　1.5日　=　27プロット

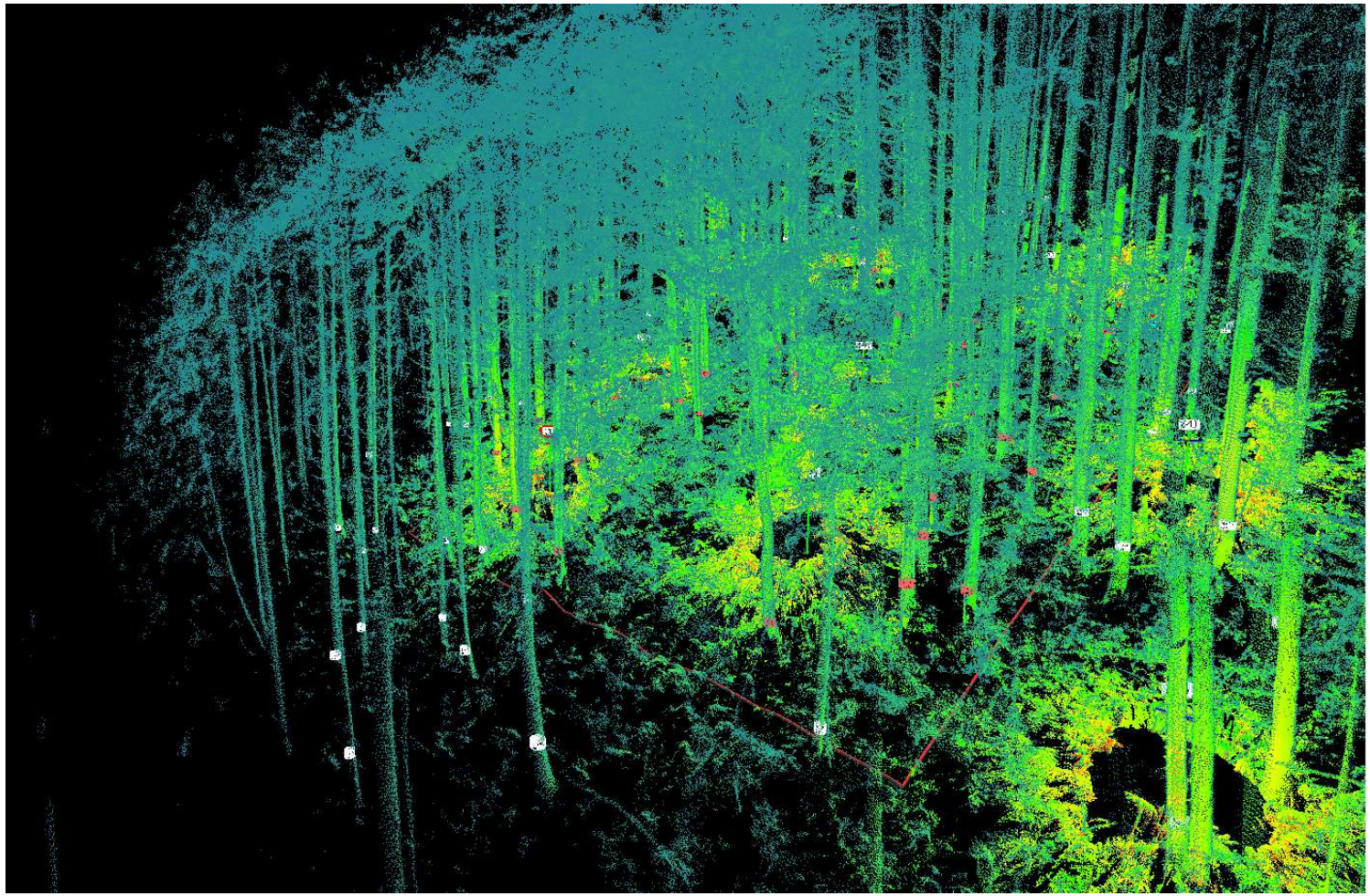
○　立木位置図

現地でプロット設置（20m×20m）する必要がないことから、作業項目の削除が可能。



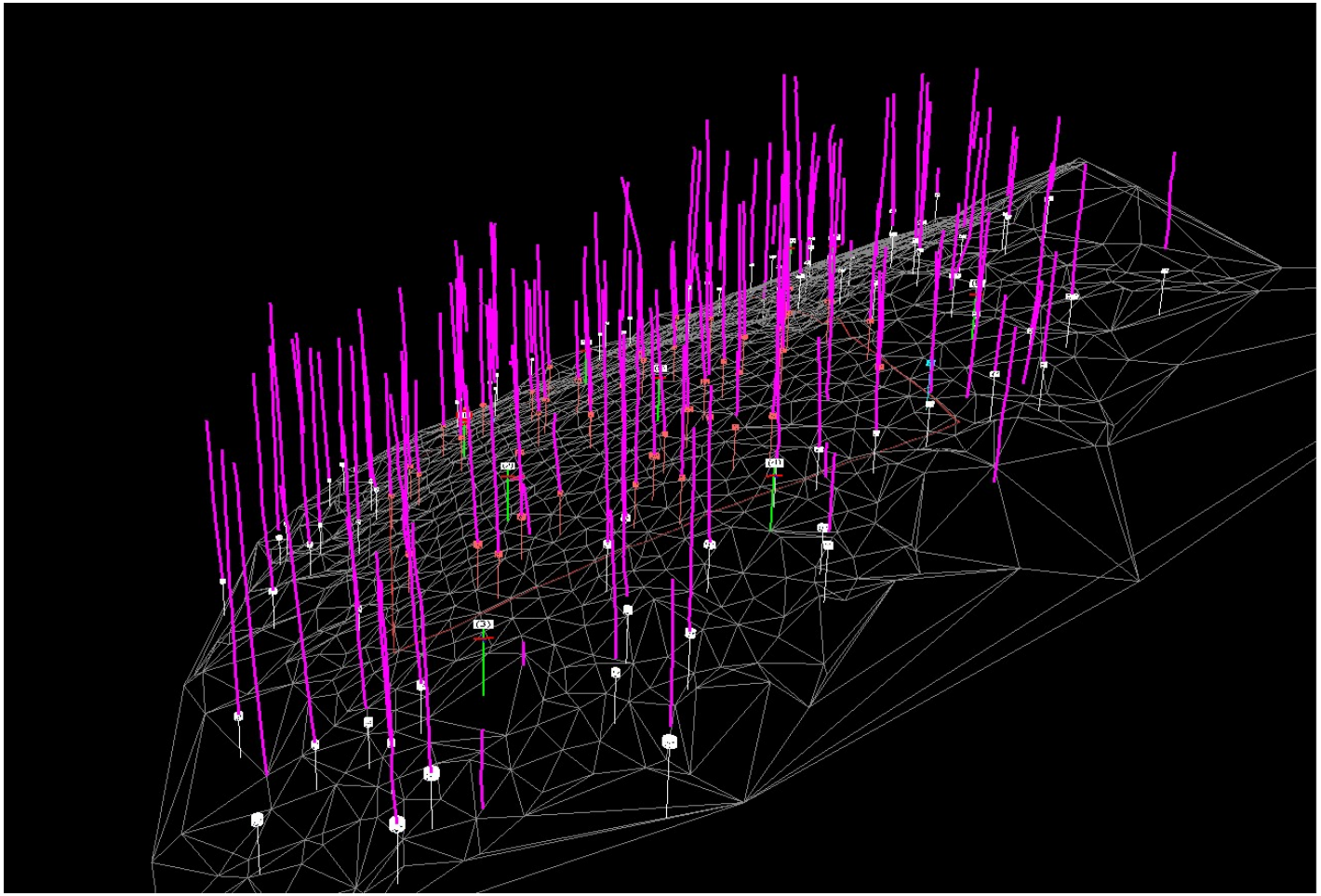
○　三次元林相図

三次元林相図により、森林の状況を把握することが可能となる。



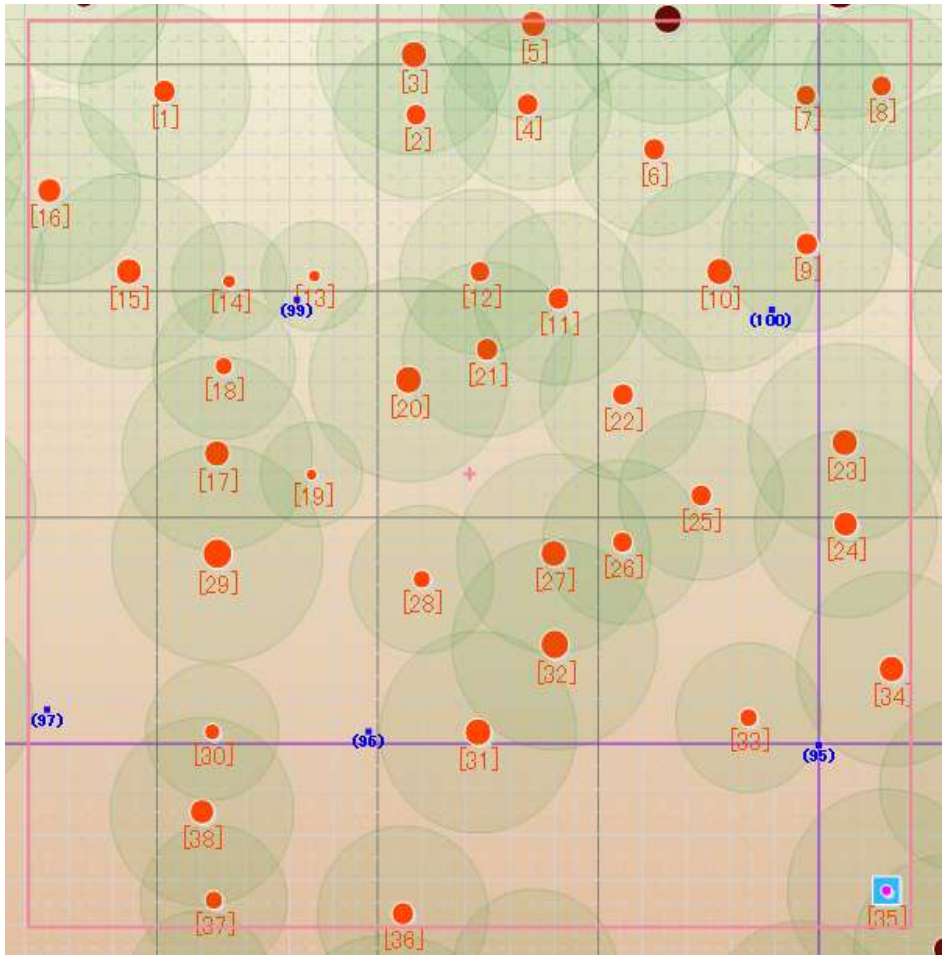
○　立木曲がり表現図

　矢高（立木曲がり）が確認できることから、伐採木の選定（不良木優先）の参考とすることができる。



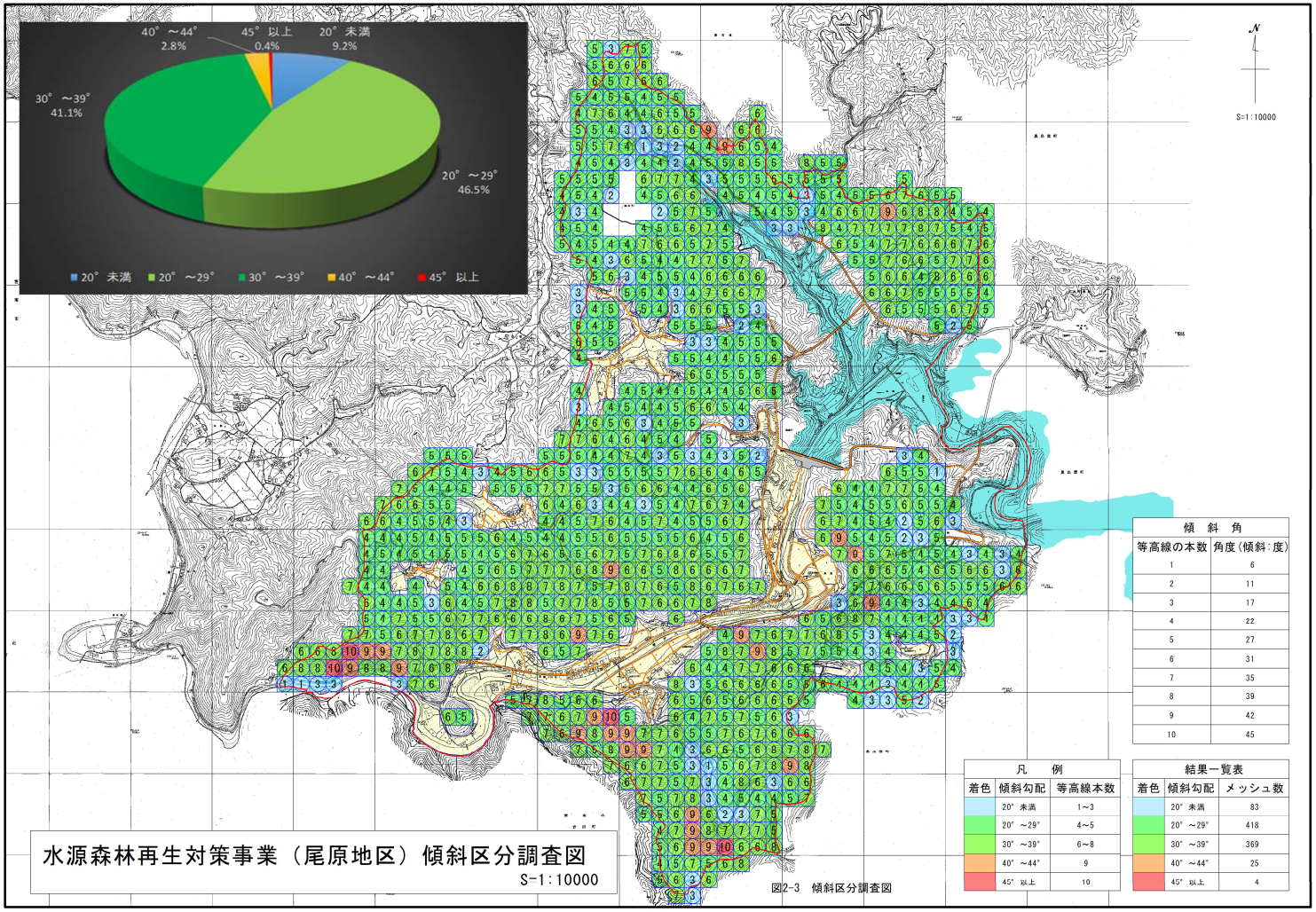
○　樹冠投影図

樹冠の測定及び樹冠投影図の作成が不要となる。



③　傾斜区分

傾斜区分により、急傾斜部分の森林整備手法を提案。



傾斜角	
等高線の本数	角度(傾斜:度)
1	6
2	11
3	17
4	22
5	27
6	31
7	35
8	39
9	42
10	45

凡　例

着色	傾斜勾配	等高線本数
	20°未満	1～3
	20°～29°	4～5
	30°～39°	6～8
	40°～44°	9
	45°以上	10

結果一覧表

着色	傾斜勾配	メッシュ数
	20°未満	83
	20°～29°	418
	30°～39°	369
	40°～44°	25
	45°以上	4

○　丸太筋工

　倒木又は切捨て間伐材により、自然発生した棚には実生及び広葉樹の低木が確認された。

　本計画においては、30°以上の急傾斜地において、本数調整伐の材を利用して、人工的に棚を設置する計画とした。

④　相対照度

　照度計による測定のバラツキ解消のため、下層植生の種別により総合的に判断した。

　相対照度（%）＝　林内照度　／　全天照度

〇最適な光環境（相対照度30%以上）
ススキ、チガヤ、ダンドボロギク、ワレモコウ、オカトラノオ、ワラビ

〇適度な光環境（相対照度20%程度）
ノブキ、ヤマシロギク、イノコヅチ、ツリフネソウ、ヤマジノホトトギス、アオキ、ヤマツツジ、クロモジ、ヤマブキ、クサイチゴ、フユイチゴ、ヒサカキ、ハナイカダ、ミツバウツギ、クマイチゴ、ナガバモミジイチゴ

〇光不足の環境（相対照度5%以下）
ジャノヒゲ、キジョラン、テイカカズラ、オオカモメヅル

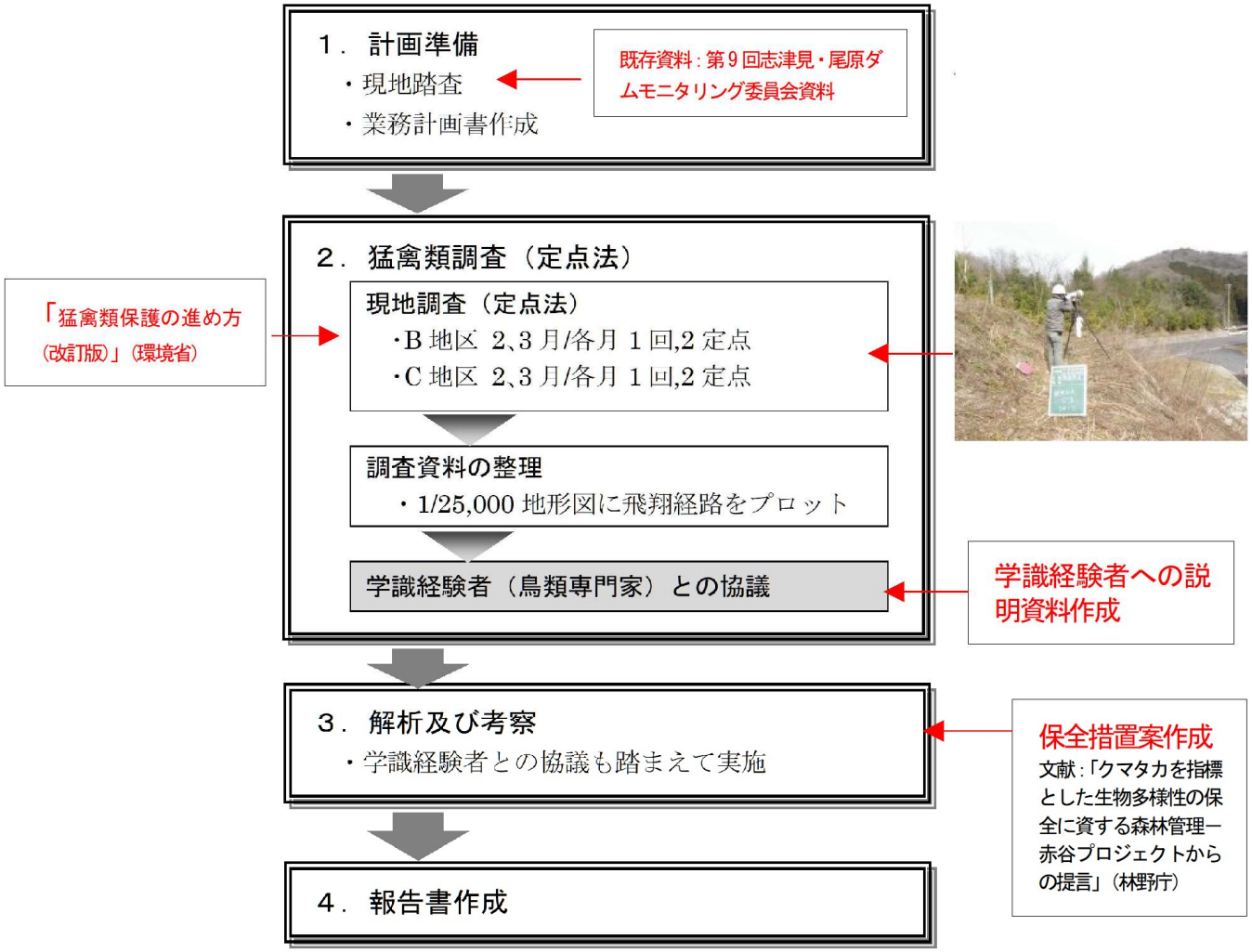
※赤字は今回の調査対象地で確認された種

6.　クマタカ調査

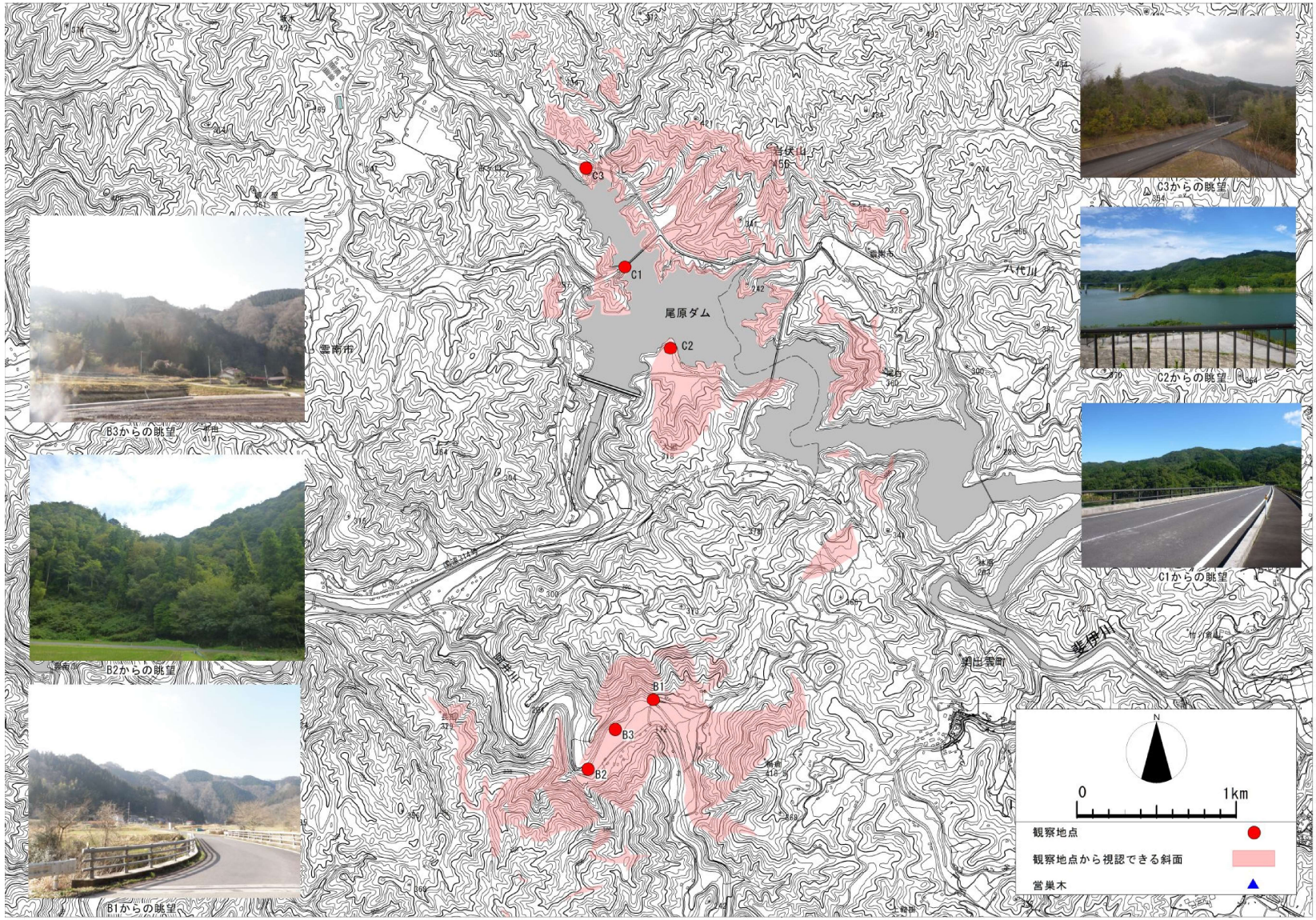
本調査は、事業予定地周辺に生息するクマタカについて生息調査を行うとともに、事業が与える影響を予測し、クマタカへの影響の回避又は最小化を検討することを目的とする。調査にあたっては、特に以下の2点に着目した。

- 繁殖期に調査を行い、営巣地または繁殖期の行動中心域を確認する。
- 調査結果を基に事業の影響の有無を確認する。

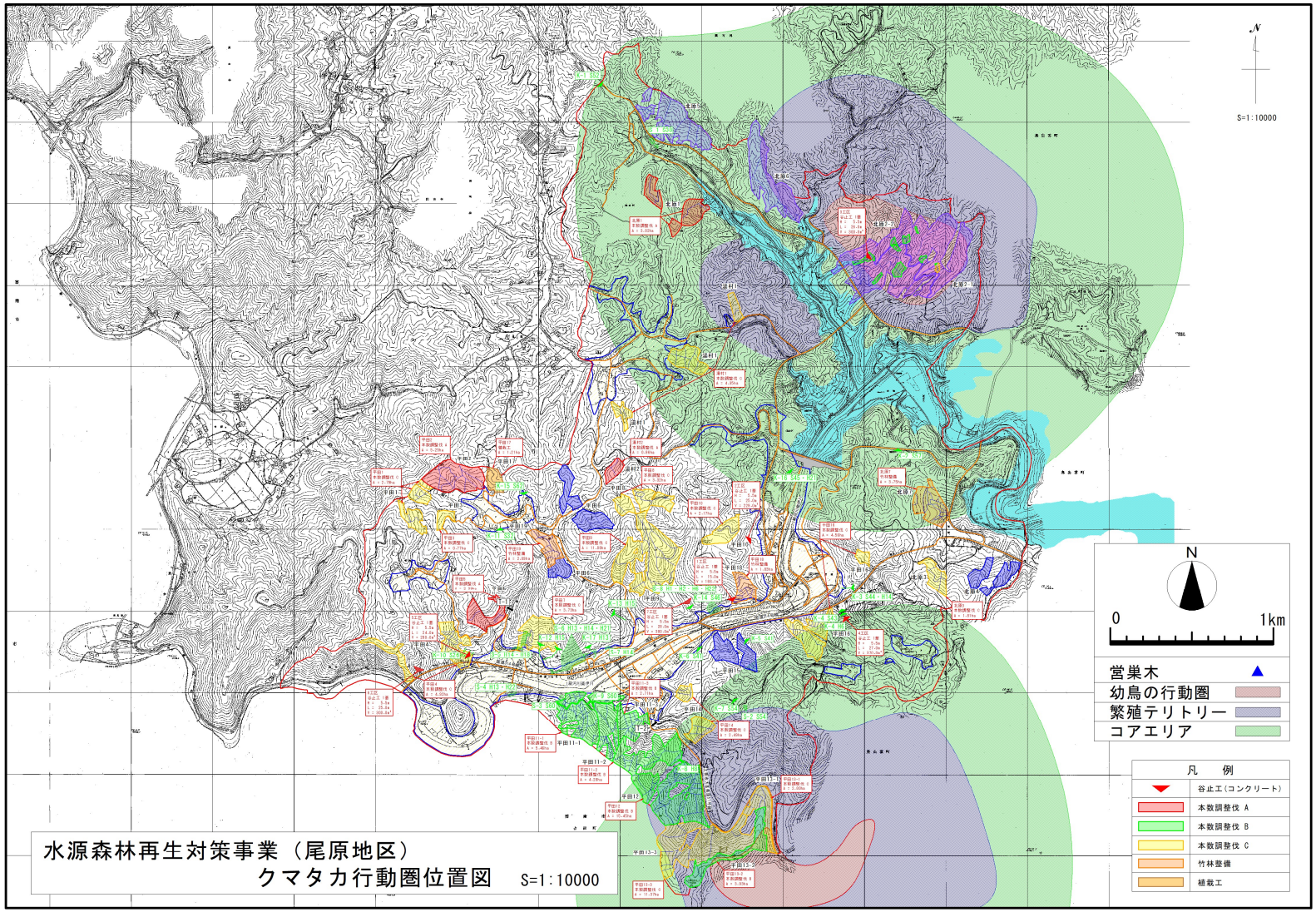
①　調査手順


1．計画準備
・現地踏査
・業務計画書作成
既存資料：第９回志津見・尾原ダムモニタリング委員会資料
2．猛禽類調査（定点法）
「猛禽類保護の進め方（改訂版）」（環境省）
現地調査（定点法）
・B 地区 2、3 月/各月 1 回,2 定点
・C 地区 2、3 月/各月 1 回,2 定点
調査資料の整理
・1/25,000 地形図に飛翔経路をプロット
学識経験者（鳥類専門家）との協議
学識経験者への説明資料作成
3．解析及び考察
・学識経験者との協議も踏まえて実施
保全措置案作成
文献：「クマタカを指標とした生物多様性の保全に資する森林管理―赤谷プロジェクトからの提言」（林野庁）
4．報告書作成

②　調査地点と眺望範囲


C1
C2
C3
B1
B2
B3
尾原ダム
八代川
雲南市
C3からの眺望
C2からの眺望
C1からの眺望
B3からの眺望
B2からの眺望
B1からの眺望
N
0
1km
観察地点
観察地点から視認できる斜面
営巣木

③　クマタカ行動圏調査結果



7.　全体計画

①　山地災害対策

「荒廃地等調査」により、要対策となった箇所を本事業での計画箇所とした。ただし、3工区については、クマタカに関する学識経験者との協議結果により、本事業期間内での実施は困難であると判断した。

当該渓流は、重要保全対象である人家への直接的な被害は想定されないことから、今後、クマタカの営巣地の変更等により、他事業による実施も考慮する必要がある。

渓流番号	概　況		荒廃状況			総合評価					備考
	流域面積(ha)	保全対象	荒廃延長(m)	渓流幅(m)	荒廃面積(ha)	崩壊土砂流出危険度	渓流直下の被災危険度	既設谷止工	最終危険度	対策要否	
8	11.8	市道	200	3	0.060	a_1	1	なし	A	要	3工区
15	27.9	国道314号・市道	240	3	0.072	b_1	2	満砂	A	要	4工区
23	31.6	国道314号	350	4	0.140	a_1	2	なし	A	要	6工区
24	29.1	人家・国道314号・市道	380	3	0.114	a_1	3	なし	A	要	5工区
30	22.8	人家・市道	100	3	0.030	b_1	2	満砂	A	要	7工区
31	1.8	市道	80	2	0.016	a_1	1	なし	A	要	1工区
32	4.3	人家・市道	140	2	0.028	a_1	2	なし	A	要	2工区

①　森林整備

□スギ・ヒノキ人工林
　「荒廃森林調査」により荒廃形態別に本数調整伐を計画。

荒廃形態①
形状比が80％以上で、気象害に弱い林分。
➡より早く健全な林分とするため、優先的に間伐を実施

荒廃形態②
ヒノキ林分で、急傾斜地に位置し、自然植生の導入が難しい林分。
➡種子導入のための棚を設置

荒廃形態③
上記以外の林分で、林内照度の確保が必要となる林分。

荒廃形態④
林内照度は確保されているが、チマキザサが繁茂する林分。
➡林内照度が確保されていることから、植栽による広葉樹導入が考えられるが、保育に相当な労力を必要とするため、本事業での整備は除外

□竹林整備

当該事業地内においても、放置された竹林の分布拡大が進み、竹に侵入された林分は、木竹混交林を経て竹の純林化が進んでいる。

水源かん養機能の高い林分に再生するためには、竹を駆除し、当該地区に優先する高木の落葉性広葉樹であるコナラ林へ転換する。

□松くい虫被害林分

樹木がほとんど生育していない林分であることから植栽を行う。植栽樹種は竹林整備と同様のコナラとする。ただし、チマキザサが繁茂することから地拵えや下刈りを葉が開ききった8月頃に行えば、翌年に回復するササは、他の時期に刈払ったよりも稈高が低く、本数が少なく、現存量が少なくなる。したがって、この時期に地拵えや下刈りを行う計画とする。

これはこの時期に地下部の貯蔵養分が地上部の成長に使われてしまって非常に少なくなっているためである。

8.　保全措置及び事業スケジュール

（1）保全措置

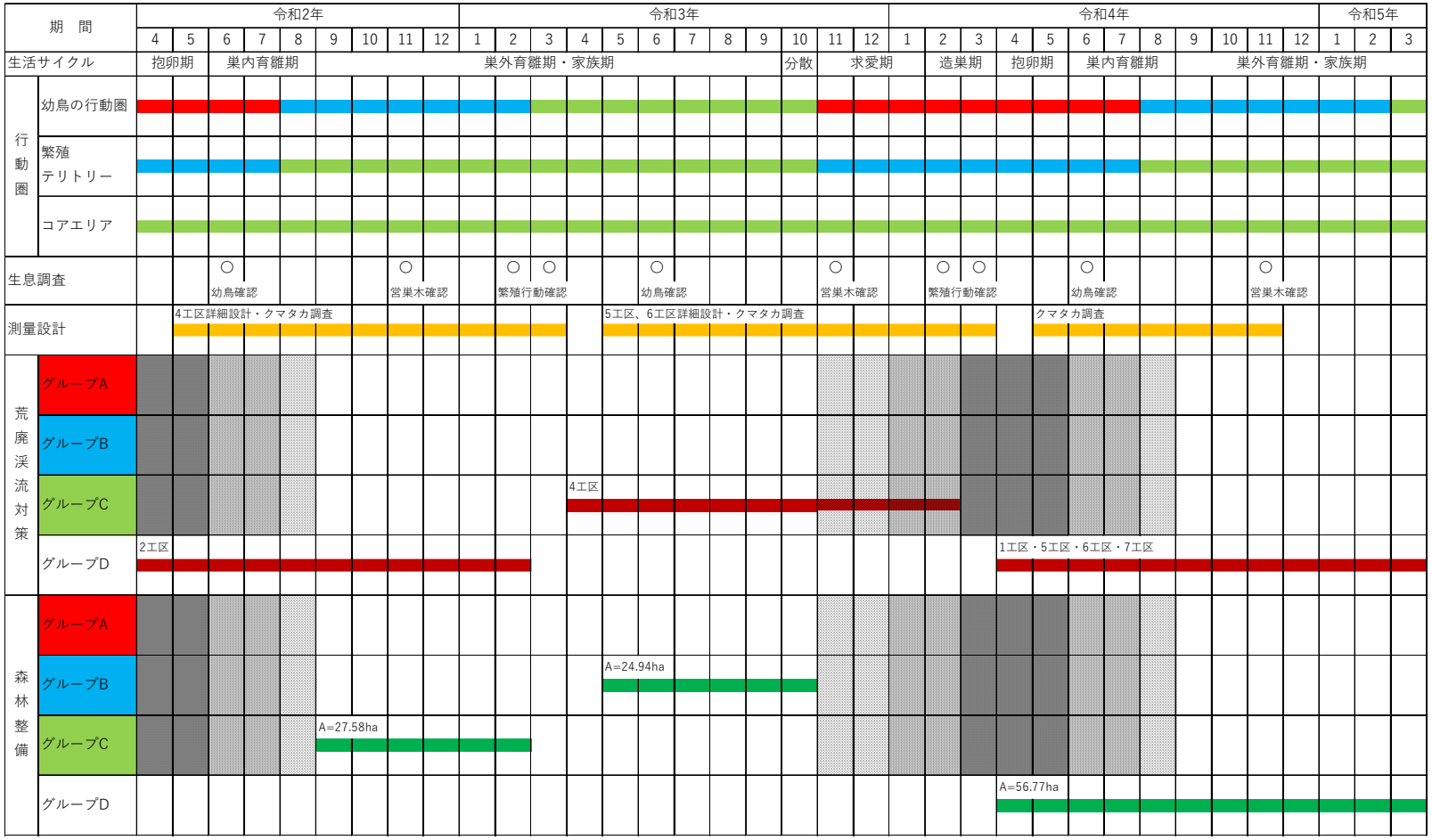
幼鳥の行動圏、繁殖テリトリー、コアエリアに分類して設定。

幼鳥の行動圏：幼鳥が分散するまでの期間の人の出入りと作業の禁止
繁殖テリトリー：作業時期の分散
コアエリア：作業の刺激を徐々に強めて個体を慣らして作業の実施（コンディショニング）

エリア区分	クマタカを指標とした森林管理の検討にあたっての基本的な考え方（※資料ｐ17より）	クマタカを指標とした森林管理（※資料ｐ18より）	留意事項
営巣木	営巣環境としての機能の維持･向上を重視した森林管理を行う。	営巣木の保全	営巣木の伐採
幼鳥の行動圏（営巣中心域）		営巣木の周辺に中小動物が多く、かつ、樹木と樹木の間隔が広い林内空間が存在していることが重要。 高齢の自然林を厳正に保全 人工林においては、可能な限り間伐等を実施し、生物多様性を保全する。	幼鳥が分散するまでの期間の人の出入りと作業 幼鳥の止まり木の伐採（枯れ木を含む）。 大径木の植栽木（スギ・マツなど）の伐採 高齢な自然木の伐採
繁殖テリトリー（営巣中心域）		十分な狩り場の確保 クマタカの営巣環境の向上 クマタカの幼鳥の狩り狩り場の確保 人工林の循環利用 生物多様性を復元する観点から、人工林や若齢の自然林において、潜在自然植生へ移行させていく取組	全域で一斉に作業を行わない。（作業範囲、作業時期を分散する） 大径木の植栽木（スギ・マツなど）の伐採 高齢な自然木の伐採
コアエリア（高利用域）	クマタカが獲物とする中小動物の多様性を向上させつつ､森林資源の持続的な利用も視野に入れた森林管理を行う。	クマタカの狩場の創出 定期的な伐採や植林、小面積の皆伐、帯状の複層伐、間伐等により、自然林への誘導によるクマタカの獲物となる小動物の生息環境の向上 スギ等の植栽した針葉樹と広葉樹の混交林への誘導による林内空間の向上 獲物となる小動物の生息環境の保全 高齢の自然林を適切に保全 人工林の循環利用 伐採による自然林への誘導	全域で一斉に作業を行わない。（作業範囲、作業時期を分散する） いきなり大騒音、大振動の作業を始める。（作業の刺激を徐々に強めていって個体を慣らさせていく＝コンディショニング）

（2）事業スケジュール

事業対象地をクマタカのエリア区分ごとに分類し、生活サイクルに配慮した事業スケジュールを決定。



凡　例	クマタカの敏感度
	極大
	大
	中

凡　例	配慮事項	内　容
	作業を中断。	地形や植生の改変を伴う作業は回避する。 繁殖時期（11月～7月）に接近を制限する。
	影響を注意しつつ 作業を行う。	幼鳥の行動範囲に近い場所の入山・森林作業棟は制限する。 林業作業は、大規模な伐採等は制限する。林業以外の環境改変は不可。
	生息環境に配慮 しつつ作業を行う。	小規模な環境改変のみ可能。 やむを得ず環境改変しなければならない場合は、改変面積に相当する範囲の代償措置が必要。

9.　おわりに

今回の業務で評価されたポイントは、森林三次元計測システムによる調査が、「林野庁公共事業構造改善プログラム」【施策名　3計画・設計・施工・管理の最適化（2）民間技術の積極的な導入】に報告され、全都道府県に通達されたこと、また、クマタカの生息に配慮した事業スケジュールの立案が主な点であったと考えられます。

最後に本業務実施にあたってご指導いただいた島根県雲南県土整備事務所及び関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。