

山坡地土地可利用限度查定方法 之精進研究

國立中興大學 水土保持學系

林政侑 博士候選人

106年9月19日

目錄

CONTENTS

- 1 前 言
- 2 現行查定工作執行之檢討
- 3 巨量數據於現況分類方法之應用
- 4 巨量數據於創新分類方法之應用
- 5 如何與國土計畫法對應

1

前言

73%山坡地

果樹、茶葉、
高冷蔬菜、檳榔

水土
流失

山坡地可利用限度查定工作要點

宜農牧地

宜林地

加強保育地

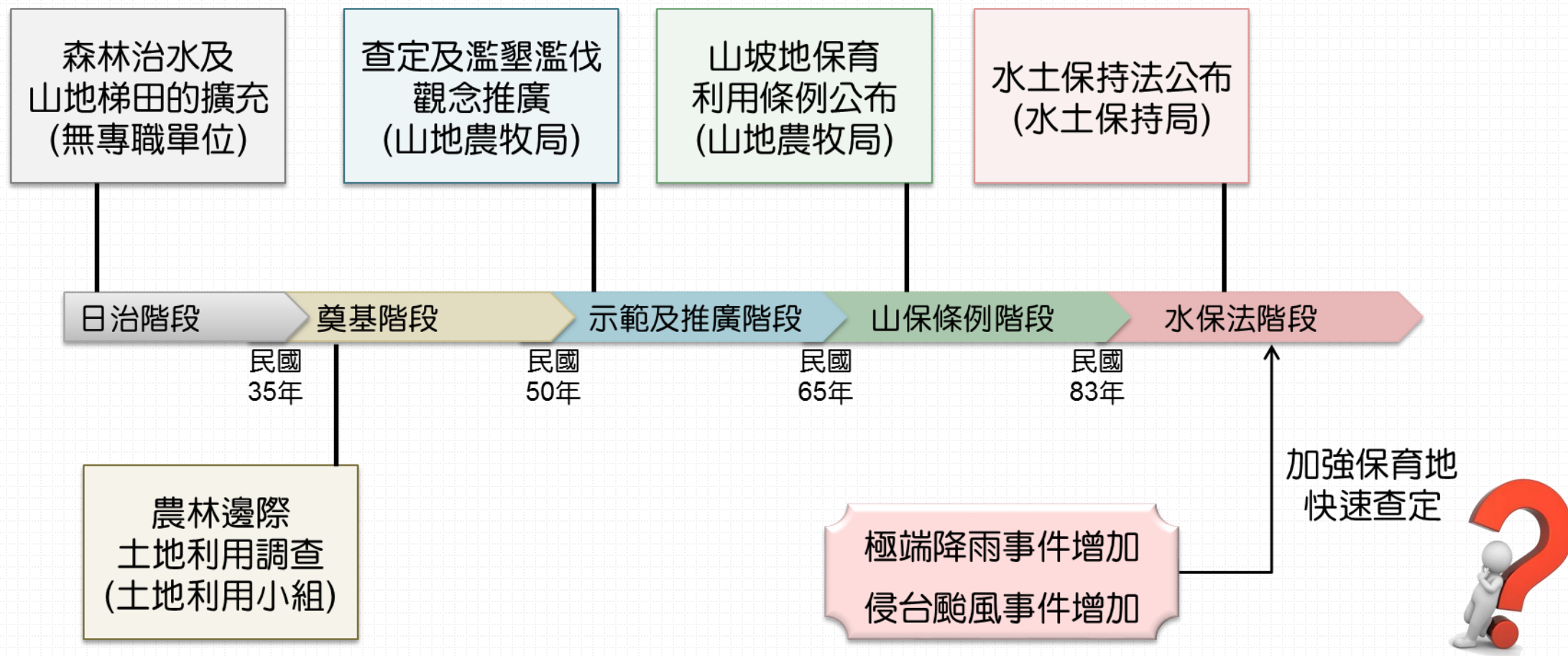
過去考量
(農業)

現在考量
(防災)

查定基準
修正之必要性



- 近年災害事件頻傳，造成多處大規模土砂災害，受限於人力、物力下，難以針對大面積受土砂災害影響之地籍進行重新查定。
- 幸得遙測科技之日新月異，巨量數據已建置有一定程度，作業要點亦隨之修正，必要時得運用各類圖資加以判釋分類，惟現況圖資種類眾多，建置時間、涵蓋範圍、解析度及精度各有不同，是圖資使用最大之問題。
- 運用不同種類之圖資與本局已完成山坡地土地可利用限度查定分類資料進行比對分析，藉以提升各類基準查定技術及圖資判釋的準確性，同時亦根據圖資判釋的誤差與限制，提出疑義案件須現場勘察之篩選原則，達到加速山坡地土地可利用限度查定之目的。



國 家	平均坡度	土壤性質(深度)	沖蝕程度	母岩性質
美 國	⊙	⊙		
英 國	⊙	⊙	⊙	⊙
泰 國	⊙	⊙	⊙	
中華人民共和國	⊙			

國 家	規 範
英 國	宜農地以坡度，32.5%為上限。
泰 國	宜農地以坡度，50%為上限。
中華人民共和國	宜農地以坡度，46.6%為上限。
日 本	無明確山坡地農業開發規範。
韓 國	宜農地以坡度40%為上限，宜牧地以坡度60%為上限。
南 非	宜農地以坡度，12%為上限。
菲律賓	宜農地以坡度，25%為上限。
以色列	宜農地以坡度，35%為上限。

查定基準	平均坡度	土壤有效深度	土壤沖蝕程度	母岩性質
工作要點 之量測方法	依排水流向量測	以土鑽鑽孔量測	查定人員依現況認定	查定人員依現況認定
現況問題	均勻坡之劃定	1.樣點之代表性 2.量測結果因人而異 3.與平均坡度存在相依性	1.現場主觀判定 2.量測不易 3.與平均坡度存在相依性	1.現場主觀判定 2.易因他處土砂災害而改變 3.已無需考量對農機具影響
巨量數據 及遙測技術 之推估方法	數值高程模型於 Arc map進行坡 度分析	以地形濕度指數推估 (Lee and Ho, 2009)。	以數值高程模型萃取坡長、 坡度因子，衛星影像萃取 作物覆蓋因子，在套疊Rm、 Km，以USLE進行運算。	--
圖資更新難易度	易	易	難	--
計算過程	簡單	簡單	繁複	--
快速查定分類 方法之建議	坡度分析	地形濕度指數	災害地圖	災害地圖

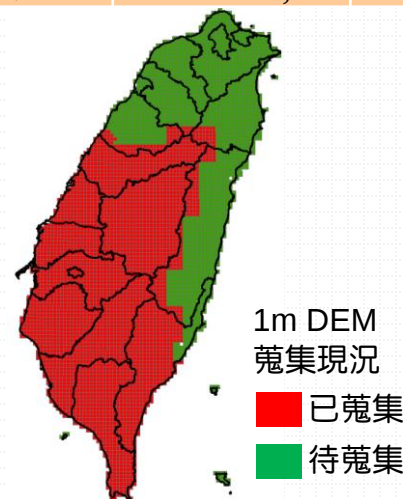
3 巨量數據於現況分類方法之應用

- ◆ 巨量數據於平均坡度分析之可行性
- ◆ 巨量數據於土壤有效深度之可行性
- ◆ 巨量數據於土壤沖蝕程度之可行性
- ◆ 巨量數據於母岩性質之可行性

水保局提供之
已查定地籍筆數
(2011~2016)

	不屬查定範圍	加強保育地	宜林地	宜農牧地	總計
基隆市	0	0	6	45	51
宜蘭縣	221	0	640	874	1,735
新竹縣	187	0	796	1,324	2,307
苗栗縣	793	0	1,053	2,307	4,153
南投縣	1,504	26	2,742	4,247	8,519
彰化縣	121	0	29	182	332
新竹市	4	0	0	38	42
雲林縣	88	0	79	466	633
嘉義縣	215	13	1,067	2,146	3,441
屏東縣	783	238	1,581	1,822	4,424
花蓮縣	738	3	1,195	5,380	7,316
台東縣	622	2	866	1,512	3,002
總計	5,276	282	10,054	20,343	35,955

30,397



5m、20m、40m DEM

平均坡度分析

- 水保局提供之
已查定地籍
- 1 m 之 DEM

判釋結果準確性探討

面積、圓比值、
邊緣密度、
高度粗糙度、
坡度粗糙度

山坡地之1m(尚缺北、
東部地區)、5m、20m、
40m已蒐集完成。

提出標準作業流程及
不同條件下之誤差範圍及相關

3 平均坡度 - 不同圖資解析度比較結果

分類結果 (5m)	已查定結果						使用者 精度(%)
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡	
一級坡	265	279	47	6	1	7	43.80
二級坡	278	1,174	368	66	18	18	61.08
三級坡	59	480	1,654	675	197	116	52.00
四級坡	9	65	522	1,219	610	400	43.15
五級坡	4	15	156	596	1,522	2,029	35.22
六級坡	3	14	59	76	379	5,432	91.10
生產者精度(%)	42.88	57.92	58.95	46.21	55.81	67.88	
整體符合度=59.87% · N=18,818(筆)							

分類結果 (40m)	已查定結果						使用者 精度(%)
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡	
一級坡	355	483	120	34	20	23	34.30
二級坡	210	1,057	795	288	105	119	41.06
三級坡	50	376	1,410	1,201	707	893	30.41
四級坡	2	66	319	734	861	1,314	22.27
五級坡	1	36	135	339	874	2,859	20.59
六級坡	0	9	27	42	160	2,794	92.15
生產者精度(%)	57.44	52.15	50.25	27.82	32.05	34.92	
整體符合度=38.39% · N=18,818(筆)							

分類結果 (20m)	已查定結果						使用者 精度(%)
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡	
一級坡	283	360	65	18	9	8	38.09
二級坡	266	1,041	603	197	85	68	46.06
三級坡	40	442	1,367	1,005	492	554	35.05
四級坡	19	87	420	740	763	1,054	24.00
五級坡	6	57	225	505	1,019	2,686	22.65
六級坡	4	40	126	173	359	3,632	83.80
生產者精度(%)	45.79	51.36	48.72	28.05	37.37	45.39	
整體符合度=42.95% · N=18,818(筆)							

解析度	遺漏值(筆)	不考慮一至三級坡誤差之符合度
5m	587	67.90%
20m	5,029	52.39%
40m	10,963	49.20%

	5米		20米		40米	
	有資料	無資料	有資料	無資料	有資料	無資料
最大值	3,662,640.00	14,610.80	3,662,640.00	14,610.80	3,662,640.00	14,610.80
最小值	1.83	0.09	2.06	0.09	3.16	0.09
平均值	6,304.82	135.88	7,378.14	177.62	9,421.07	459.75
標準差	33,979.07	997.97	36,732.59	374.25	41,761.98	544.61

3 平均坡度 - 不同圖資解析度比較結果

分類結果 (5m)	已查定結果						使用者 精度(%)
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡	
一級坡	265	279	47	6	1	7	43.80
二級坡	278	1,174	368	66	18	18	61.08
三級坡	59	480	1,654	675	197	116	52.00
四級坡	9	65	522	1,219	610	400	43.15
五級坡	4	15	156	596	1,522	2,029	35.22
六級坡	3	14	59	76	379	5,432	91.10
生產者精度(%)	42.88	57.92	58.95	46.21	55.81	67.88	
整體符合度=59.87% · N=18,818(筆)							

分類結果 (40m)	已查定結果						使用者 精度(%)
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡	
一級坡	355	483	120	34	20	23	34.30
二級坡	210	1,057	795	288	105	119	41.06
三級坡	50	376	1,410	1,201	707	893	30.41
四級坡	2	66	319	734	861	1,314	22.27
五級坡	1	36	135	339	874	2,859	20.59
六級坡	0	9	27	42	160	2,794	92.15
生產者精度(%)	57.44	52.15	50.25	27.82	32.05	34.92	
整體符合度=38.39% · N=18,818(筆)							

分類結果 (20m)	已查定結果						使用者 精度(%)
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡	
一級坡	283	360	65	18	9	8	38.09
二級坡	266	1,041	603	197	85	68	46.06
三級坡	40	442	1,367	1,005	492	554	35.05
四級坡	19	87	420	740	763	1,054	24.00
五級坡	6	57	225	505	1,019	2,686	22.65
六級坡	4	40	126	173	359	3,632	83.80
生產者精度(%)	45.79	51.36	48.72	28.05	37.37	45.39	
整體符合度=42.95% · N=18,818(筆)							

- ◆ 已查定結果之一級坡，在低解析度圖資之分類符合度較高；已查定結果之六級坡，在高解析度圖資之分類符合度較高，其原因乃高解析度較能反映地形之起伏，因此在緩坡地區亦有高估情形。
- ◆ 不同解析度之圖資若坡度越陡，其分類符合度越高；反之越低。
- ◆ 不論是使用者或生產者精度，在四、五級坡之分類結果皆較差，其原因在於人為判釋結果較不客觀。

3 平均坡度 - 不同圖資解析度比較結果

分類結果 (20m)	分類結果(5m)						使用者 精度(%)
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡	
一級坡	351	311	61	13	7	0	47.24
二級坡	196	1,067	725	160	78	34	47.21
三級坡	32	388	1,665	1,010	562	243	42.69
四級坡	17	72	428	954	1,189	423	30.94
五級坡	3	57	195	550	1,948	1,745	43.31
六級坡	6	27	107	138	538	3,518	81.17
生產者精度(%)	58.02	55.52	52.34	33.77	45.07	59.00	
整體符合度=50.5% , N=18,818(筆)							

分類結果 (40m)	分類結果(5m)						使用者 精度(%)
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡	
一級坡	387	456	139	32	12	9	37.39
二級坡	171	1,042	924	275	112	50	40.48
三級坡	37	348	1,659	1,255	956	382	35.78
四級坡	7	43	335	896	1,366	649	27.18
五級坡	1	30	112	343	1,639	2,119	38.62
六級坡	2	3	12	24	237	2,754	90.83
生產者精度(%)	63.97	54.21	52.15	31.72	37.92	46.18	
整體符合度=44.52% , N=18,818(筆)							

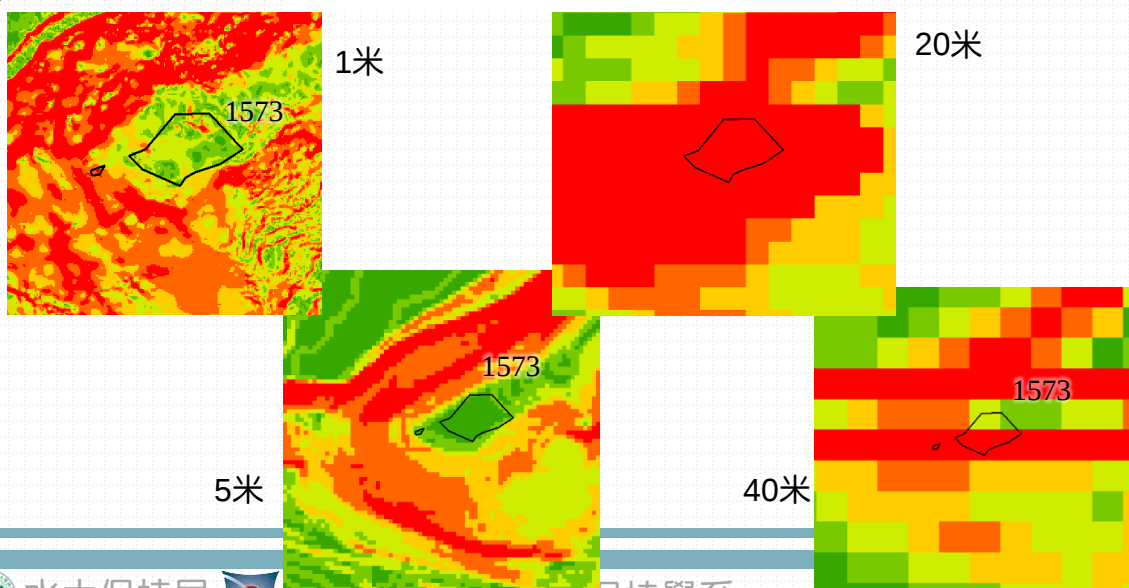
分類結果 (40m)	分類結果(20m)						使用者 精度(%)
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡	
一級坡	480	407	103	24	13	8	46.38
二級坡	187	1,223	847	180	96	41	47.51
三級坡	56	507	2,077	1,104	677	216	44.79
四級坡	10	69	562	1,113	1,161	381	33.77
五級坡	10	41	260	571	2,042	1,320	48.11
六級坡	0	13	51	91	509	2,368	78.10
生產者精度(%)	64.60	54.12	53.26	36.10	45.40	54.64	
整體符合度=49.44% , N=18,818(筆)							

3 平均坡度 - 不同圖資解析度比較結果

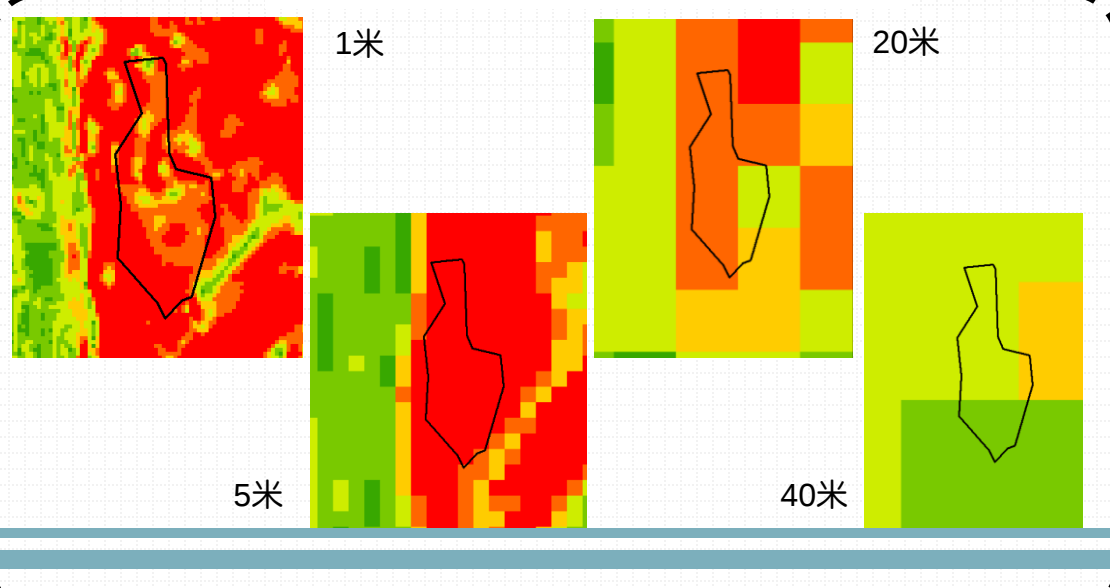
平均坡度之分類符合矩陣(5m)							使用者 精度(%)
分類結果	已查定結果						
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡	
一級坡	265	279	47	6	1	7	43.80
二級坡	278	1,174	368	66	18	18	61.08
三級坡	59	480	1,654	675	197	116	52.00
四級坡	9	65	522	1,219	610	400	43.15
五級坡	4	15	156	596	1,522	2,029	35.22
六級坡	3	14	59	76	379	5,432	91.10
生產者精度(%)	42.88	57.92	58.95	46.21	55.81	67.88	
整體符合度=59.87% , N=18,818							

縣市	鄉鎮	段名	地號	面積 (m ²)	平均坡度結果				
					原查定	1米DEM	5米DEM	20米DEM	40米DEM
南投	集集	田寮	1573	2693	六級坡	16.9	1.5	141.6	76.9
屏東	滿州	九個厝	1036	2575	六級坡	10.7	3.1	7.6	5.9
臺東	鹿野	和平	268	1265	六級坡	17.3	2.4	27.9	11.1
臺東	鹿野	和平	516	744	六級坡	14.1	3.0	6.7	4.8
臺東	鹿野	和平	440	154	六級坡	4.6	0.0	7.5	4.1
南投	中寮	龍眼林	733-16	1,020	一級坡	60.1	67.5	47.1	14.7

南投鄉集集鎮田寮段1573號



南投鄉中寮鄉龍眼林段733-16號



3 平均坡度 - 圖資適宜性之量化指標

1 面積 (形狀)

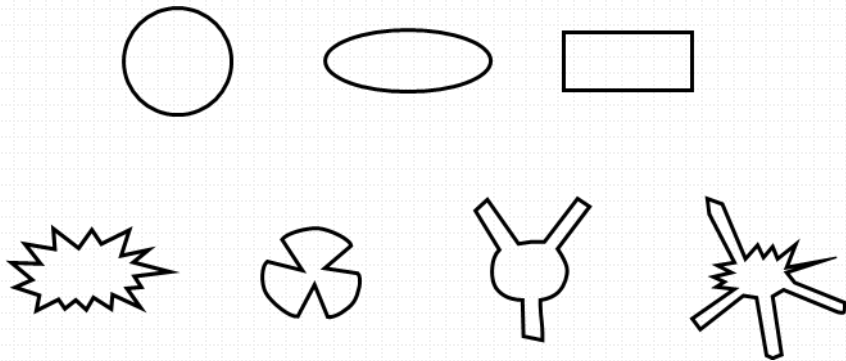
- 探討地籍面積大小，於不同種類圖資解析度之適用性。

2 圓比值 (形狀)

- 常用於表示集水區之形狀因子，當圓比值越接近1時，表示集水區形狀越接近圓形，反之，越接近0則表示集水區屬於狹長型，利用此概念探討狹長形地籍是否對於平均坡度之計算有其差異。

3 邊緣密度 (形狀)

- 若其值越高表示嵌塊體周長越崎嶇，若嵌塊體視為一個地籍，而邊緣密度越高即指地籍形狀越不規則。



4 高度粗糙度、坡度粗糙度 (地形)

- 高程及坡度之變化程度，及標準差之值，若其值越大，則地籍內高程及坡度分布，起伏越大，表示是越不均勻。

3 平均坡度 - 圖資適宜性之量化指標

★ 面積 (m²)

◆面積較大之地籍，
平均坡度較陡，分
類結果較為符合。

◆分類不符之地籍，
其面積多較小，約
小於5000 m²。

分類結果	原查定結果					
(5米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	3,498	3,821	3,079	2,227	641	1,455
二級坡	3,198	3,278	3,090	2,530	3,584	2,358
三級坡	2,098	3,657	5,224	4,856	4,172	7,177
四級坡	1,743	4,045	6,032	7,365	6,457	6,977
五級坡	2,721	1,849	3,501	7,255	10,123	12,342
六級坡	3,973	3,435	3,652	4,382	8,585	16,654

分類結果	原查定結果					
(20米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	3,539	3,648	2,266	1,528	1,329	1,717
二級坡	2,850	3,349	3,473	3,060	3,265	2,346
三級坡	3,197	3,956	6,036	5,677	5,118	6,227
四級坡	3,837	3,009	4,939	8,984	8,981	8,966
五級坡	1,466	2,113	3,974	6,779	10,923	14,546
六級坡	2,281	1,961	2,942	3,960	7,509	18,459

分類結果	原查定結果					
(40米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	3,632	3,708	2,907	2,963	2,905	3,831
二級坡	2,643	3,390	3,879	4,061	4,139	2,978
三級坡	2,323	3,600	5,994	6,468	5,732	7,391
四級坡	5,319	2,730	4,339	7,666	10,101	9,999
五級坡	7,278	1,970	3,685	6,704	10,324	15,777
六級坡	--	3,327	2,476	3,696	7,638	19,290

分類結果	分類結果(5米)					
(20米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	4,177	2,962	1,643	1,276	10,495	--
二級坡	2,665	3,416	3,423	2,989	2,145	2,477
三級坡	2,548	3,038	5,981	6,776	4,872	4,115
四級坡	4,217	2,902	4,317	8,515	10,461	6,314
五級坡	1,628	2,542	3,961	5,678	13,631	13,781
六級坡	2,569	1,845	2,719	3,984	6,412	18,910

分類結果	分類結果(5米)					
(40米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	4,126	3,484	2,092	3,365	5,193	3,347
二級坡	2,525	3,230	4,329	3,618	2,423	2,321
三級坡	2,996	2,981	5,754	7,443	7,084	4,016
四級坡	1,630	2,135	3,807	7,529	11,218	8,612
五級坡	756	1,790	2,749	5,497	13,220	15,603
六級坡	5,267	3,622	2,685	2,461	5,325	19,606

分類結果	分類結果(20米)					
(40米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	3,552	3,229	2,755	2,440	4,039	4,159
二級坡	2,416	3,411	4,298	3,376	2,235	2,271
三級坡	1,870	3,142	6,624	7,871	5,240	3,005
四級坡	789	2,443	4,925	10,324	10,840	5,296
五級坡	1,701	2,175	4,389	7,040	16,756	13,253
六級坡	3,229	3,176	4,130	5,436	7,918	21,366

3 平均坡度 - 圖資適宜性之量化指標

★ 2 圓比值

- ◆形狀接近圓形之地籍，雖於陡峭區位符合度高，但平緩地符合度差異較大。
- ◆分類不符之地籍，圓比值較大，約大於0.45。

分類結果 (5米)	原查定結果					
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.43	0.47	0.44	0.38	0.42	0.46
二級坡	0.36	0.42	0.45	0.43	0.42	0.36
三級坡	0.37	0.36	0.47	0.49	0.51	0.47
四級坡	0.30	0.42	0.46	0.50	0.51	0.51
五級坡	0.51	0.39	0.43	0.50	0.54	0.53
六級坡	0.59	0.42	0.50	0.53	0.52	0.55

分類結果 (20米)	原查定結果					
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.40	0.42	0.41	0.44	0.38	0.44
二級坡	0.38	0.40	0.42	0.43	0.43	0.42
三級坡	0.36	0.42	0.47	0.48	0.49	0.49
四級坡	0.46	0.47	0.47	0.52	0.52	0.51
五級坡	0.36	0.49	0.48	0.52	0.55	0.54
六級坡	0.53	0.51	0.50	0.52	0.55	0.56

分類結果 (40米)	原查定結果					
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.38	0.41	0.40	0.41	0.37	0.46
二級坡	0.40	0.40	0.42	0.45	0.44	0.45
三級坡	0.45	0.45	0.48	0.48	0.50	0.48
四級坡	0.42	0.44	0.50	0.53	0.54	0.52
五級坡	0.47	0.46	0.52	0.54	0.56	0.55
六級坡	--	0.45	0.50	0.51	0.56	0.56

分類結果 (20米)	分類結果(5米)					
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.44	0.39	0.34	0.40	0.52	--
二級坡	0.46	0.41	0.40	0.40	0.45	0.39
三級坡	0.45	0.44	0.47	0.47	0.49	0.49
四級坡	0.54	0.49	0.50	0.52	0.51	0.51
五級坡	0.34	0.50	0.50	0.53	0.54	0.54
六級坡	0.55	0.56	0.51	0.51	0.55	0.55

分類結果 (40米)	分類結果(5米)					
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.45	0.38	0.33	0.32	0.43	0.53
二級坡	0.46	0.41	0.41	0.42	0.42	0.45
三級坡	0.41	0.48	0.48	0.48	0.47	0.48
四級坡	0.40	0.42	0.52	0.53	0.53	0.51
五級坡	0.25	0.50	0.51	0.55	0.55	0.54
六級坡	0.71	0.46	0.48	0.49	0.53	0.57

分類結果 (40米)	分類結果(20米)					
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.40	0.38	0.41	0.39	0.44	0.55
二級坡	0.39	0.40	0.43	0.46	0.46	0.49
三級坡	0.44	0.45	0.48	0.49	0.50	0.50
四級坡	0.33	0.43	0.52	0.52	0.53	0.52
五級坡	0.40	0.49	0.52	0.54	0.55	0.55
六級坡	0.38	0.40	0.46	0.53	0.58	0.56

3 平均坡度 - 圖資適宜性之量化指標

★ 3 邊緣密度 (m/m²)

◆形狀規則之地籍，平均坡度較陡，分類結果較為符合。

◆分類不符之地籍，形狀較不規則，約大於0.14 (m/m²)。

分類結果	原查定結果					
(5米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.20	0.17	0.15	0.16	0.22	0.19
二級坡	0.21	0.18	0.16	0.17	0.17	0.21
三級坡	0.21	0.18	0.13	0.12	0.12	0.13
四級坡	0.20	0.19	0.13	0.10	0.09	0.11
五級坡	0.18	0.24	0.15	0.10	0.08	0.08
六級坡	0.13	0.15	0.14	0.10	0.09	0.07

分類結果	原查定結果					
(20米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.21	0.17	0.18	0.19	0.19	0.24
二級坡	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.16
三級坡	0.20	0.18	0.13	0.11	0.11	0.11
四級坡	0.16	0.14	0.13	0.09	0.08	0.09
五級坡	0.28	0.18	0.14	0.10	0.07	0.08
六級坡	0.13	0.17	0.14	0.12	0.08	0.07

分類結果	原查定結果					
(40米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.21	0.18	0.16	0.15	0.15	0.16
二級坡	0.20	0.18	0.16	0.13	0.13	0.15
三級坡	0.19	0.16	0.13	0.11	0.10	0.11
四級坡	0.25	0.17	0.13	0.10	0.08	0.08
五級坡	0.06	0.18	0.13	0.10	0.07	0.07
六級坡	--	0.15	0.18	0.11	0.09	0.06

分類結果	分類結果(5米)					
(20米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.18	0.20	0.21	0.23	0.09	--
二級坡	0.20	0.18	0.16	0.16	0.16	0.16
三級坡	0.19	0.17	0.13	0.11	0.11	0.12
四級坡	0.16	0.14	0.13	0.09	0.08	0.10
五級坡	0.19	0.15	0.14	0.11	0.08	0.07
六級坡	0.11	0.15	0.14	0.12	0.10	0.07

分類結果	分類結果(5米)					
(40米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.18	0.19	0.21	0.16	0.13	0.13
二級坡	0.18	0.18	0.15	0.15	0.16	0.15
三級坡	0.21	0.16	0.12	0.11	0.11	0.12
四級坡	0.17	0.19	0.13	0.09	0.08	0.09
五級坡	0.26	0.17	0.13	0.10	0.08	0.07
六級坡	0.06	0.10	0.12	0.17	0.11	0.06

分類結果	分類結果(20米)					
(40米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.17	0.19	0.17	0.19	0.14	0.16
二級坡	0.20	0.18	0.15	0.15	0.17	0.15
三級坡	0.21	0.15	0.12	0.10	0.11	0.14
四級坡	0.27	0.17	0.11	0.08	0.08	0.11
五級坡	0.18	0.15	0.11	0.09	0.07	0.07
六級坡	0.19	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06

3 平均坡度 - 圖資適宜性之量化指標

★ 4 高度粗糙度 (m) 坡度粗糙度 (%)

- ◆高程、坡度粗糙度與符合度較無關係，一般坡度越陡，則地籍地形起伏程度較大，粗糙度越大。
- ◆圖資解析度越高，地形亦較為細緻，因此粗糙度隨圖資解析度增加而增加。

地籍高程粗糙(公尺)						
分類結果	原查定結果					
(5米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.65	0.59	0.49	0.37	0.27	0.47
二級坡	1.33	1.70	1.81	1.81	1.81	1.76
三級坡	1.95	3.05	4.30	4.80	4.74	5.48
四級坡	3.49	4.25	6.50	7.90	7.90	8.01
五級坡	7.56	4.82	6.70	9.45	12.46	13.08
六級坡	8.36	14.50	8.16	11.45	14.61	20.23

地籍高程粗糙(公尺)						
分類結果	原查定結果					
(20米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.61	0.59	0.47	0.44	0.57	0.23
二級坡	1.35	1.75	2.07	1.93	2.05	1.49
三級坡	2.71	3.53	4.66	5.10	5.09	5.29
四級坡	5.18	5.46	6.93	8.94	9.31	9.69
五級坡	4.47	5.33	7.16	10.46	13.87	14.46
六級坡	6.52	6.22	7.65	11.20	15.49	21.72

地籍高程粗糙(公尺)						
分類結果	原查定結果					
(40米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	1.90	2.49	4.42	6.02	7.54	6.23
二級坡	3.18	3.73	5.62	6.49	7.60	7.12
三級坡	3.78	5.33	6.44	8.13	9.20	10.38
四級坡	6.63	7.39	7.50	8.99	9.93	11.29
五級坡	10.32	5.35	7.22	8.93	10.25	12.23
六級坡	--	8.09	6.68	12.26	11.30	13.89

地籍坡度粗糙(%)						
分類結果	原查定結果					
(5米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	4.07	4.11	3.67	3.62	4.34	3.67
二級坡	7.02	6.79	7.32	8.57	7.19	7.60
三級坡	12.76	12.38	10.44	10.81	11.31	11.89
四級坡	16.23	15.32	14.98	13.42	13.41	13.93
五級坡	17.43	19.40	17.46	16.32	15.92	16.19
六級坡	19.36	44.17	23.47	23.91	21.07	21.45

地籍坡度粗糙(%)						
分類結果	原查定結果					
(20米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.49	0.43	0.43	0.17	0.56	0.33
二級坡	0.68	1.17	1.71	1.96	2.41	1.95
三級坡	1.12	1.76	3.53	4.49	4.81	5.05
四級坡	3.08	3.02	4.17	7.13	8.19	9.28
五級坡	0.64	2.06	3.89	7.14	12.05	13.40
六級坡	0.35	1.41	2.92	5.02	10.47	19.29

地籍坡度粗糙(%)						
分類結果	原查定結果					
(40米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.46	0.44	0.37	0.10	0.06	0.24
二級坡	1.20	1.24	1.71	2.22	1.91	1.45
三級坡	2.94	2.79	3.21	4.09	4.42	5.01
四級坡	2.21	3.30	4.01	4.49	5.69	6.47
五級坡	3.88	2.83	4.54	4.99	6.00	7.36
六級坡	--	17.68	2.90	6.93	6.77	8.53

3 平均坡度 - 圖資適宜性之量化指標

面積

分類結果	原查定結果					
(5米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	3,498	3,821	3,079	2,227	641	1,455
二級坡	3,198	3,278	3,090	2,530	3,584	2,358
三級坡	2,098	3,657	5,224	4,856	4,172	7,177
四級坡	1,743	4,045	6,032	7,365	6,457	6,977
五級坡	2,721	1,849	3,501	7,255	10,123	12,342
六級坡	3,973	3,435	3,652	4,382	8,585	16,654

圓比值

分類結果	原查定結果					
(5米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.43	0.47	0.44	0.38	0.42	0.46
二級坡	0.36	0.42	0.45	0.43	0.42	0.36
三級坡	0.37	0.36	0.47	0.49	0.51	0.47
四級坡	0.30	0.42	0.46	0.50	0.51	0.51
五級坡	0.51	0.39	0.43	0.50	0.54	0.53
六級坡	0.59	0.42	0.50	0.53	0.52	0.55

邊緣密度

分類結果	原查定結果					
(5米)	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	0.20	0.17	0.15	0.16	0.22	0.19
二級坡	0.21	0.18	0.16	0.17	0.17	0.21
三級坡	0.21	0.18	0.13	0.12	0.12	0.13
四級坡	0.20	0.19	0.13	0.10	0.09	0.11
五級坡	0.18	0.24	0.15	0.10	0.08	0.08
六級坡	0.13	0.15	0.14	0.10	0.09	0.07

若針對符合度較差之地籍，給定形狀指標之門檻值(面積小於5000 m²，圓比值大於0.45，邊緣密度大於0.14 m/m²)，則18,818筆地籍中，僅1,199筆地籍符合度較差，表示現場勘查筆數可抽查約6.37%之地籍。

3 平均坡度 - 航拍初步判釋不符原因

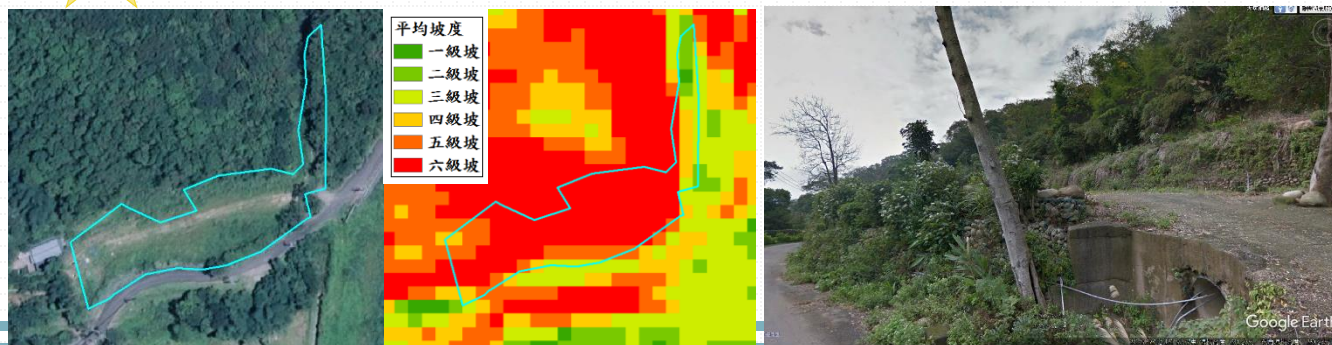
平均坡度之分類符合矩陣(5m)(內插至1米)

分類結果	已查定結果					
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	732	744	136	43	10	27
二級坡	828	2,844	948	215	47	48
三級坡	256	1,234	3,275	1,147	298	247
四級坡	40	171	975	1,792	784	592
五級坡	14	79	367	896	1,876	2,594
六級坡	9	37	128	154	505	6,305

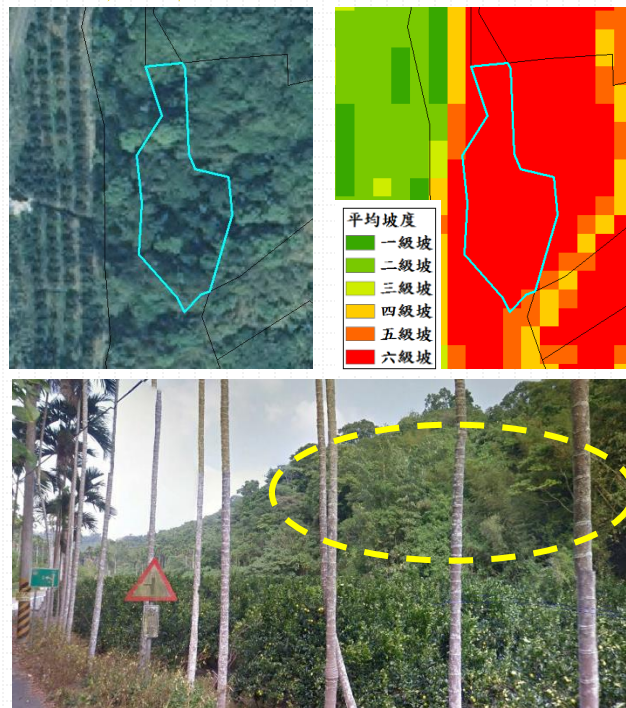
整體符合度=55.35% · N=30,397

宜蘭縣(1筆)、新竹縣(4筆)、苗栗縣(12筆)、南投縣(14筆)、嘉義縣(3筆)、屏東縣(1筆)花蓮縣(8筆)台東縣(3筆)

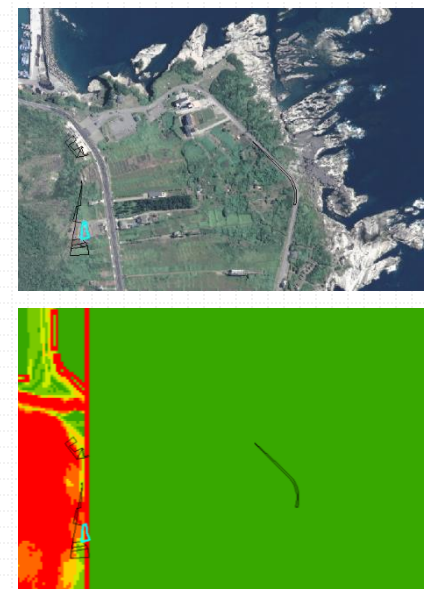
3 已於圖資建置年份後整地(5筆)



1 陡峭林地(12筆)



2 圖資邊界(1筆)



3 平均坡度 - 航拍初步判釋不符原因

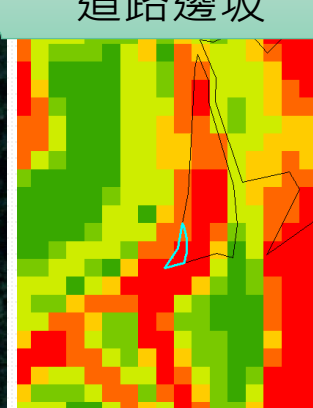
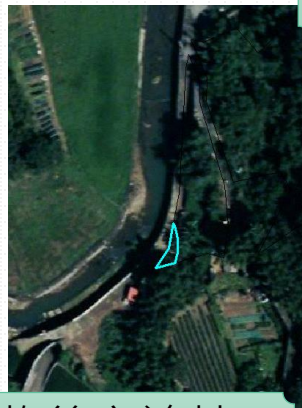
平均坡度之分類符合矩陣(5m)(內插至1米)

分類結果	已查定結果					
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	732	744	136	43	10	27
二級坡	828	2,844	948	215	47	48
三級坡	256	1,234	3,275	1,147	298	247
四級坡	40	171	975	1,792	784	592
五級坡	14	79	367	896	1,876	2,594
六級坡	9	37	128	154	505	6,305

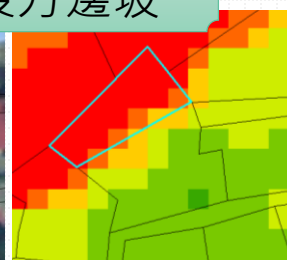
整體符合度=55.35% · N=30,397

★ 4 陡緩交界(28筆)

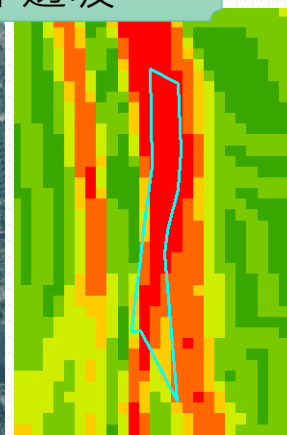
道路邊坡



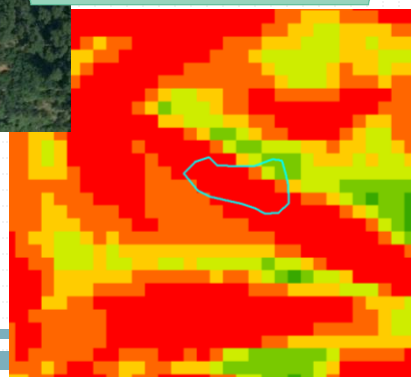
建物後方邊坡



河岸邊坡



平台階段邊坡



3 平均坡度 - 航拍初步判釋不符原因

平均坡度之分類符合矩陣(5m)(內插至1米)

分類結果	已查定結果					
	一級坡	二級坡	三級坡	四級坡	五級坡	六級坡
一級坡	732	744	136	43	10	27
二級坡	828	2,844	948	215	47	48
三級坡	256	1,234	3,275	1,147	298	247
四級坡	40	171	975	1,792	784	592
五級坡	14	79	367	896	1,876	2,594
六級坡	9	37	128	154	505	6,305

整體符合度=55.35% , N=30,397

宜蘭縣(1筆)、新竹縣(3筆)、苗栗縣(4筆)、南投縣(3筆)
雲林縣(1筆)、屏東縣(2筆)、花蓮縣(6筆)、台東縣(7筆)

- ★ 1 地籍面積極小，小於一個網格(4筆)
- ★ 2 現況為平坦地(23筆)



建地



河灘



農地



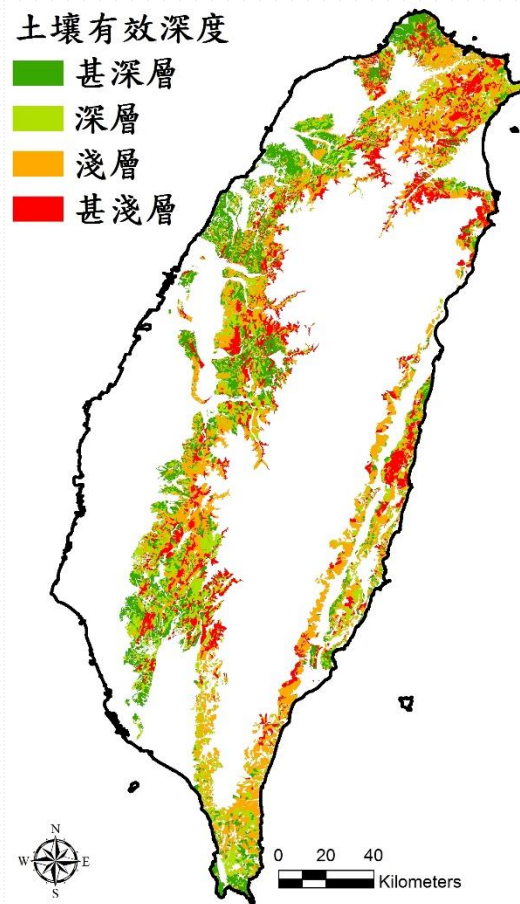
山頂平台

3 土壤有效深度 - 不同來源之各類圖資

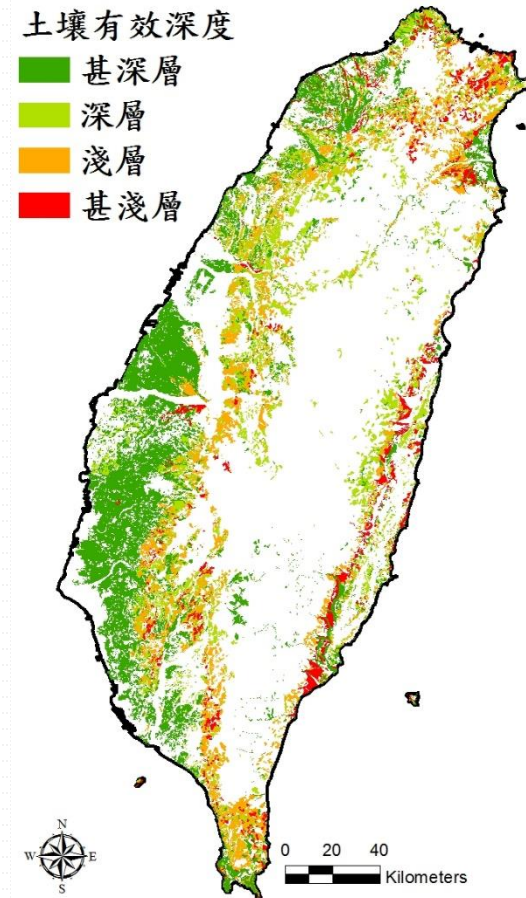
區位	建置單位	山坡地具資料比例
平地	農業試驗所	52.77%
山坡地	水土保持局	73.72%
林班地	林務局	0% (無土壤深度資料)

約5.65%
無重疊

全臺山坡地
僅79.37%
有土壤圖資訊



水土保持局

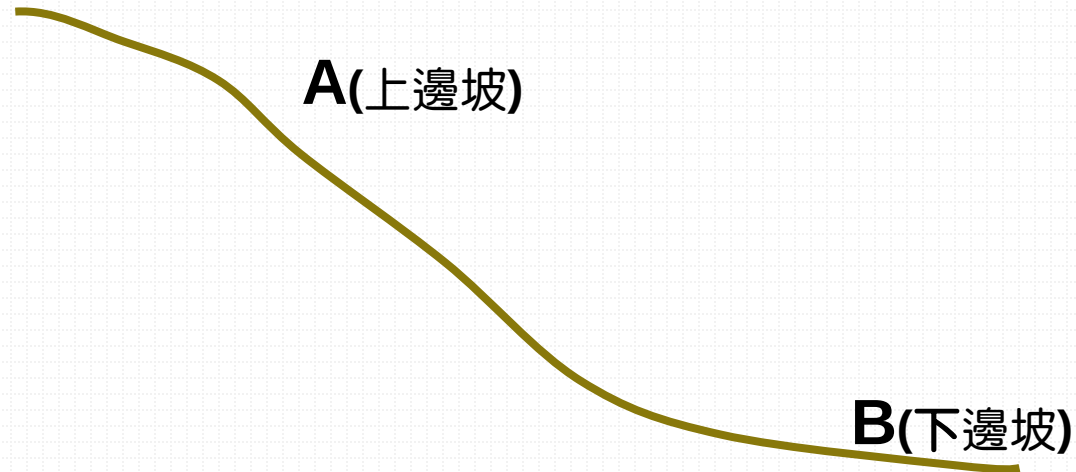


農業試驗所

地形濕度指數

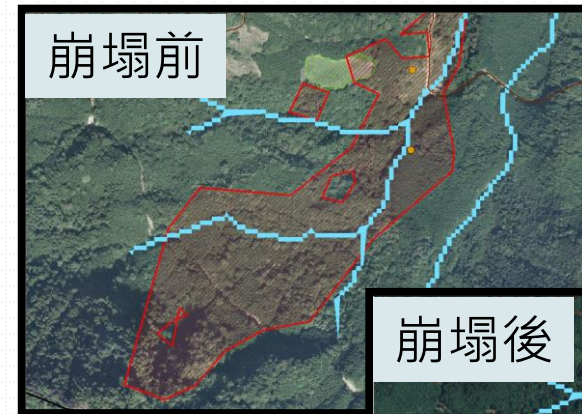
$$\text{地形濕度指數(TWI)} = \ln(A_s / \tan\theta)$$
 A_s ：特定集水區面積 θ ：坡度

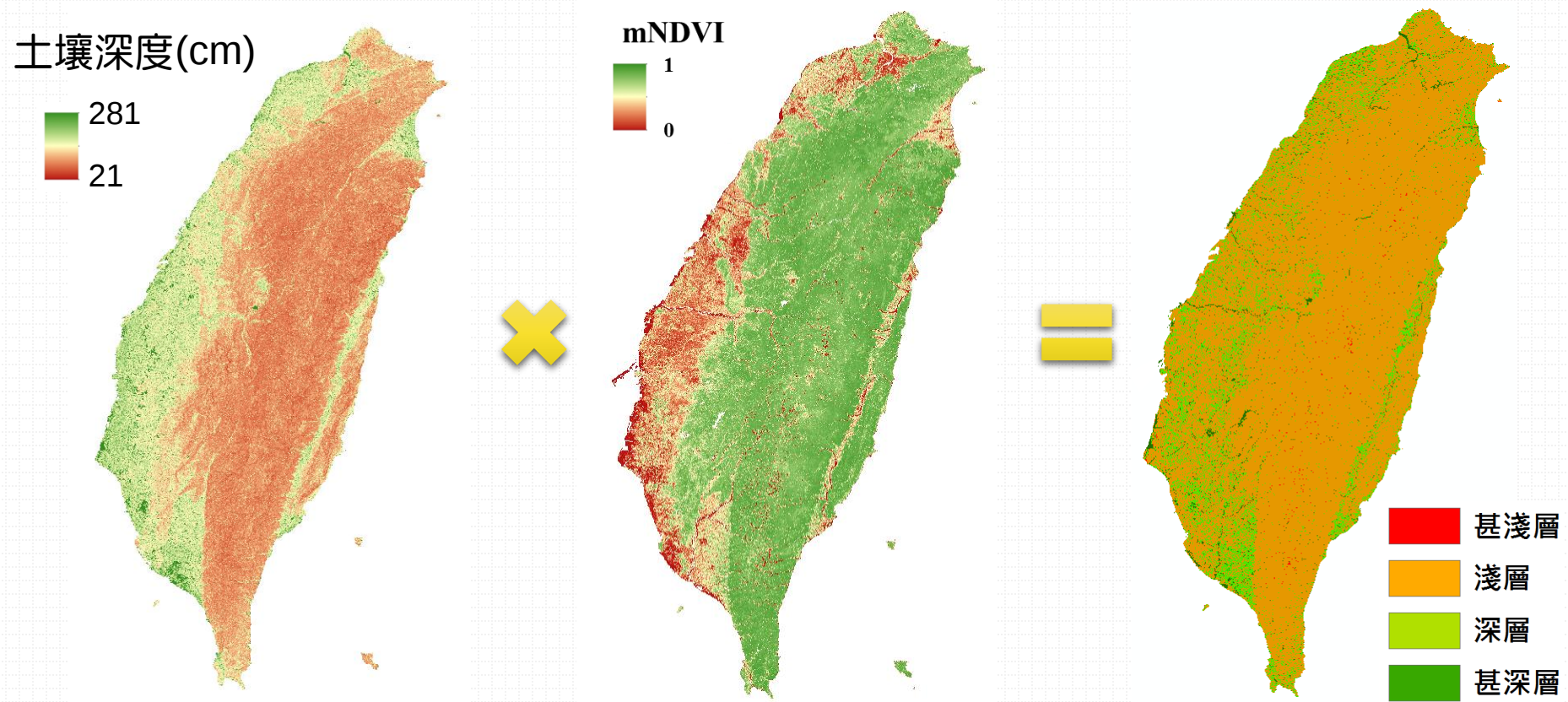
區位	集水區面積	坡度	TWI	土壤有效深度
A	小	較陡	小	較低
B	大	較緩	大	較深



常態化差異植生指標

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R}}$$





依Lee and Ho(2009)發表之回歸式，
以TWI初步推估土壤有效深度。

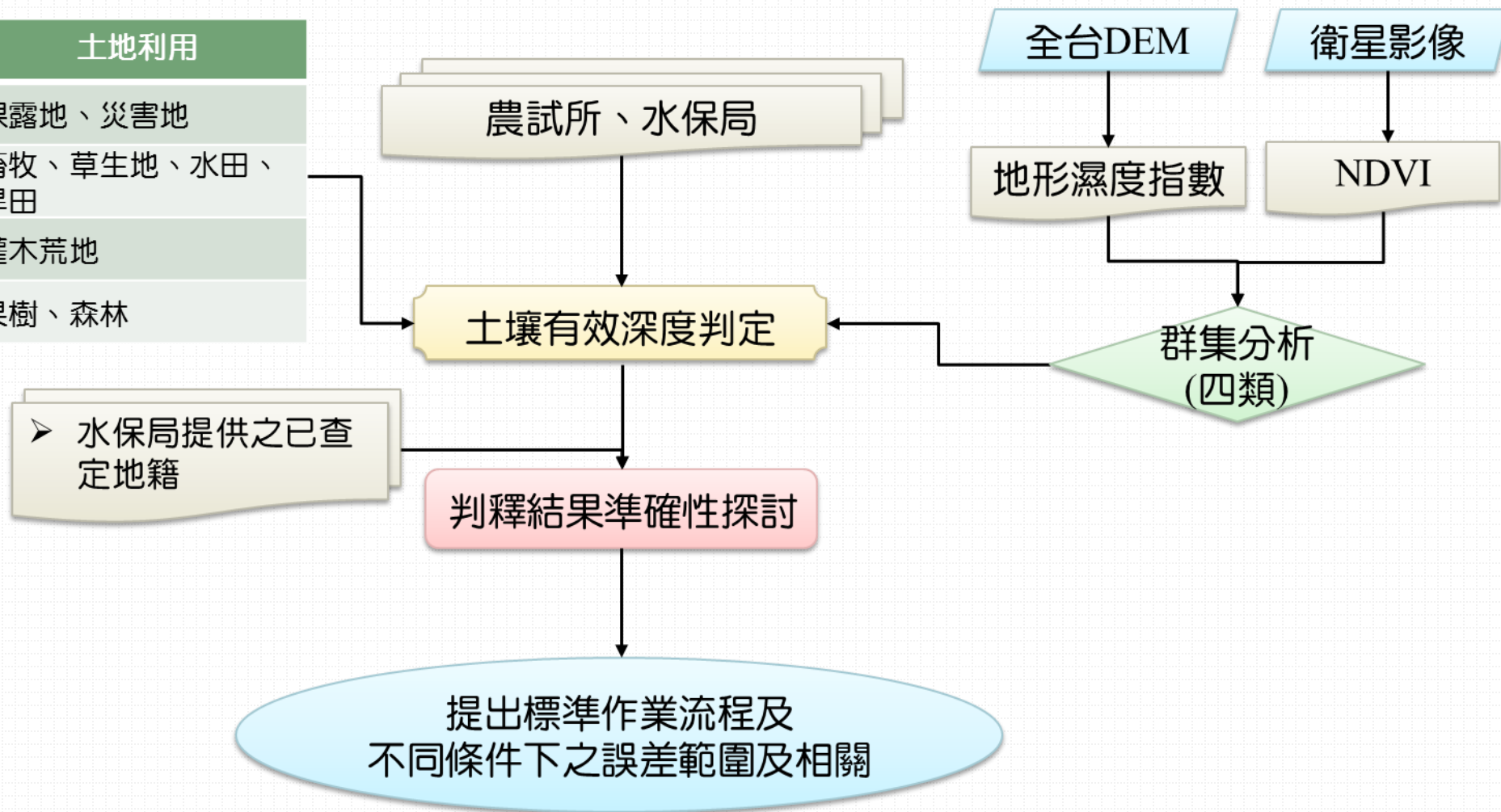
$$D \text{ (cm)} = 10 \cdot \ln(A_s / \tan\theta)$$

利用植生覆蓋情形，修正
TWI推估之土壤有效深度。

3 土壤有效深度 - 符合度分析流程

深度等級	土地利用
甚淺層(<20)	裸露地、災害地
淺層(20~50)	畜牧、草生地、水田、旱田
深層(50~90)	灌木荒地
甚深層(>90)	果樹、森林

沈哲緯、曹鼎志，2009
鄭泰山，1989
林柏君等，2012



3 土壤有效深度 - 符合度分析成果

水保局土壤圖

分類結果	已查定結果			
	甚淺層	淺層	深層	甚深層
甚淺層	614	1,062	1,064	143
淺層	349	4,650	3,210	342
深層	360	1,751	2,650	284
甚深層	382	1,607	1,478	1,537

整體符合度=43.99%，N=24,483，遺漏值=8,914

農試所土壤圖

分類結果	已查定結果			
	甚淺層	淺層	深層	甚深層
甚淺層	314	1,187	854	228
淺層	472	2,628	2,765	294
深層	332	1,984	1,899	768
甚深層	236	900	771	832

整體符合度=34.46%，N=16,464，遺漏值=13,933

TWI&NDVI

分類結果	已查定結果			
	甚淺層	淺層	深層	甚深層
甚淺層	0	2	0	0
淺層	1,801	11,133	9,824	2,155
深層	326	2,031	1,985	832
甚深層	19	106	80	103

整體符合度=43.49%，N=30,397，遺漏值=0

水保局(主)-土地利用(輔)

分類結果	已查定結果			
	甚淺層	淺層	深層	甚深層
甚淺層	678	739	768	93
淺層	369	5,347	3,182	361
深層	491	3,192	4,672	575
甚深層	608	3,994	3,267	2,061

整體符合度=41.97%，N=30,397，遺漏值=0

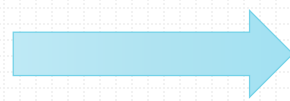
農試所(主)-土地利用(輔)

分類結果	已查定結果			
	甚淺層	淺層	深層	甚深層
甚淺層	223	788	508	126
淺層	510	2,817	2,954	394
深層	620	4,202	4,351	1138
甚深層	793	5,465	4,076	1,432

整體符合度=29.03%，N=30,397，遺漏值=0

3 土壤有效深度 - 符合度分析成果

水保局(主)-TWI&NDVI(輔)				
分類結果	已查定結果			
	甚淺層	淺層	深層	甚深層
甚淺層	678	529	633	49
淺層	701	8,673	5,899	680
深層	406	2,476	3,919	515
甚深層	362	1,593	1,438	1,846
整體符合度=49.73% , N=30,397 , 遺漏值=0				



假設一至三級坡與
六級坡地籍為正確

水保局(主)-TWI&NDVI(輔)				
分類結果	已查定結果			
	甚淺層	淺層	深層	甚深層
甚淺層	1,991	130	183	7
淺層	103	11,979	1,669	116
深層	39	560	9,537	71
甚深層	14	602	500	2,896
整體符合度=86.86% , N=30,397 , 遺漏值=0				

僅考量甚淺層



農試所(主)-TWI&NDVI(輔)				
分類結果	已查定結果			
	甚淺層	淺層	深層	甚深層
甚淺層	196	544	285	70
淺層	1,210	8,494	7,551	959
深層	492	3,249	3,222	1,138
甚深層	249	984	831	923
整體符合度=42.22% , N=30,397 , 遺漏值=0				

水保局(主)-TWI&NDVI(輔)		
分類結果	已查定結果	
	甚淺層	非甚淺層
甚淺層	1,158	920
非甚淺層	989	27,330
整體符合度=93.72% , N=30,397 , 遺漏值=0		

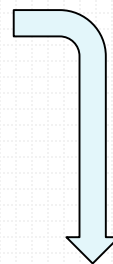
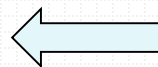
3 土壤有效深度 - 符合度分析成果

採用圖資	整體精確度
水保局土壤圖	43.99%
農試所土壤圖	34.46%
土壤深度指標	43.49%
水保局(主)-土地利用(輔)	41.97%
農試所(主)-土地利用(輔)	29.03%
水保局(主)-土壤深度指標(輔)	49.73%
農試所(主)-土壤深度指標(輔)	42.22%
水保局(主)-土壤深度指標(輔) (假設一至三級坡與六級坡地籍為正確)	86.86%
水保局(主)-土壤深度指標(輔) (假設一至三級坡與六級坡地籍為正確&僅比較甚淺層)	98.43%

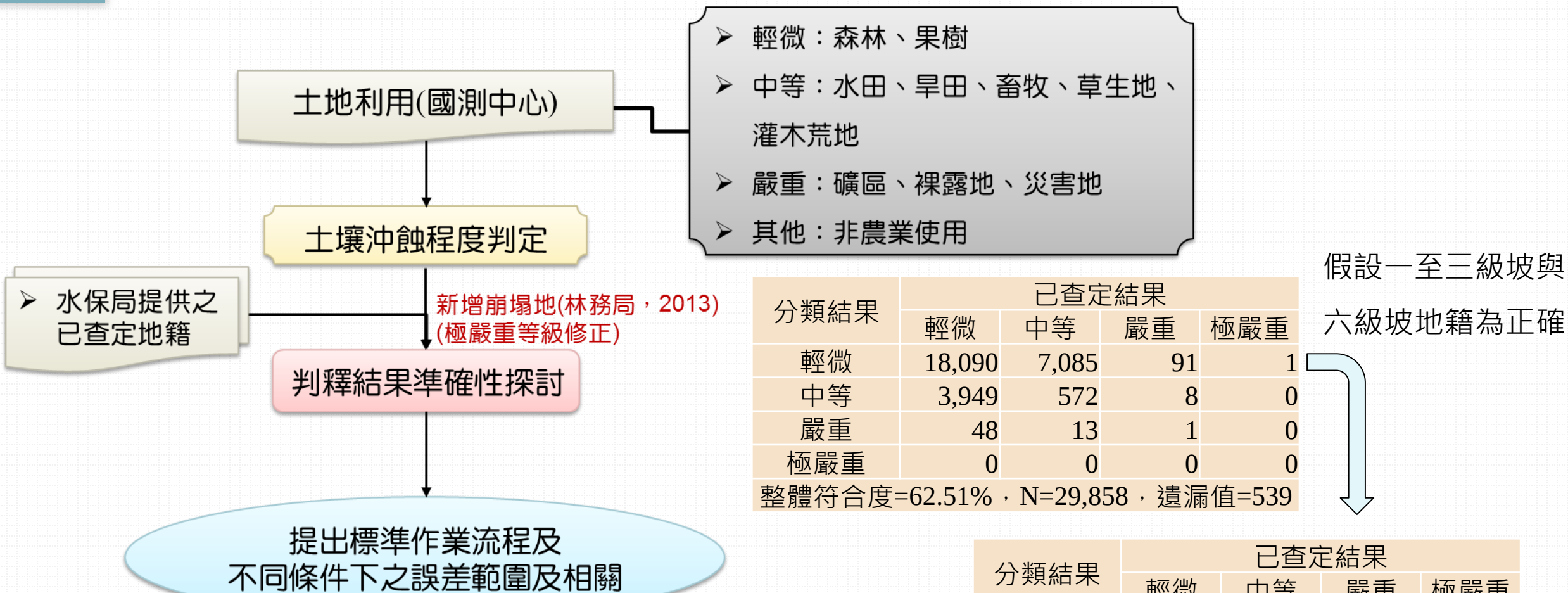
土壤有效深度 - 航拍初步判釋不符原因

甚深層判定圖資	現況(航拍判釋)	筆數
水保局土壤圖	森林	274
	農地	31
	疏林	7
	草地	2
	建地	1
	河灘地	1
	檳榔	2
	混合	36
TWI&NDVI	森林、裸地	1
	農地	1
	河灘地	2
	道路	1
	果園、建地	3

水保局(主)-TWI&NDVI(輔)				
分類結果	已查定結果			
	甚淺層	淺層	深層	甚深層
甚淺層	678	529	633	49
淺層	701	8,673	5,899	680
深層	406	2,476	3,919	515
甚深層	362	1,593	1,438	1,846
整體符合度=49.73%，N=30,397，遺漏值=0				



甚深層判定圖資	現況(航拍判釋)	筆數
水保局土壤圖	森林	36
	農地	1
	混合(森林、崩塌地)	2
	混合(森林、草生地、農地)	5
	混合(建地、森林)	2
	混合(河道、森林)	3



分類結果	已查定結果			
	輕微	中等	嚴重	極嚴重
輕微	21,457	2,042	9	0
中等	624	5,624	1	0
嚴重	6	4	90	0
極嚴重	0	0	0	1

整體符合度=91.00%，N=29,858，遺漏值=539

土壤沖蝕程度 - 航拍初步判釋不符原因

土地利用與現況航拍相符(23筆)



分類結果	已查定結果			
	輕微	中等	嚴重	極嚴重
輕微	18,090	7,085	91	1
中等	3,949	572	8	0
嚴重	48	13	1	0
極嚴重	0	0	0	0
整體符合度=62.51%，N=29,858，遺漏值=539				



土地利用與現況航拍相符(78筆)

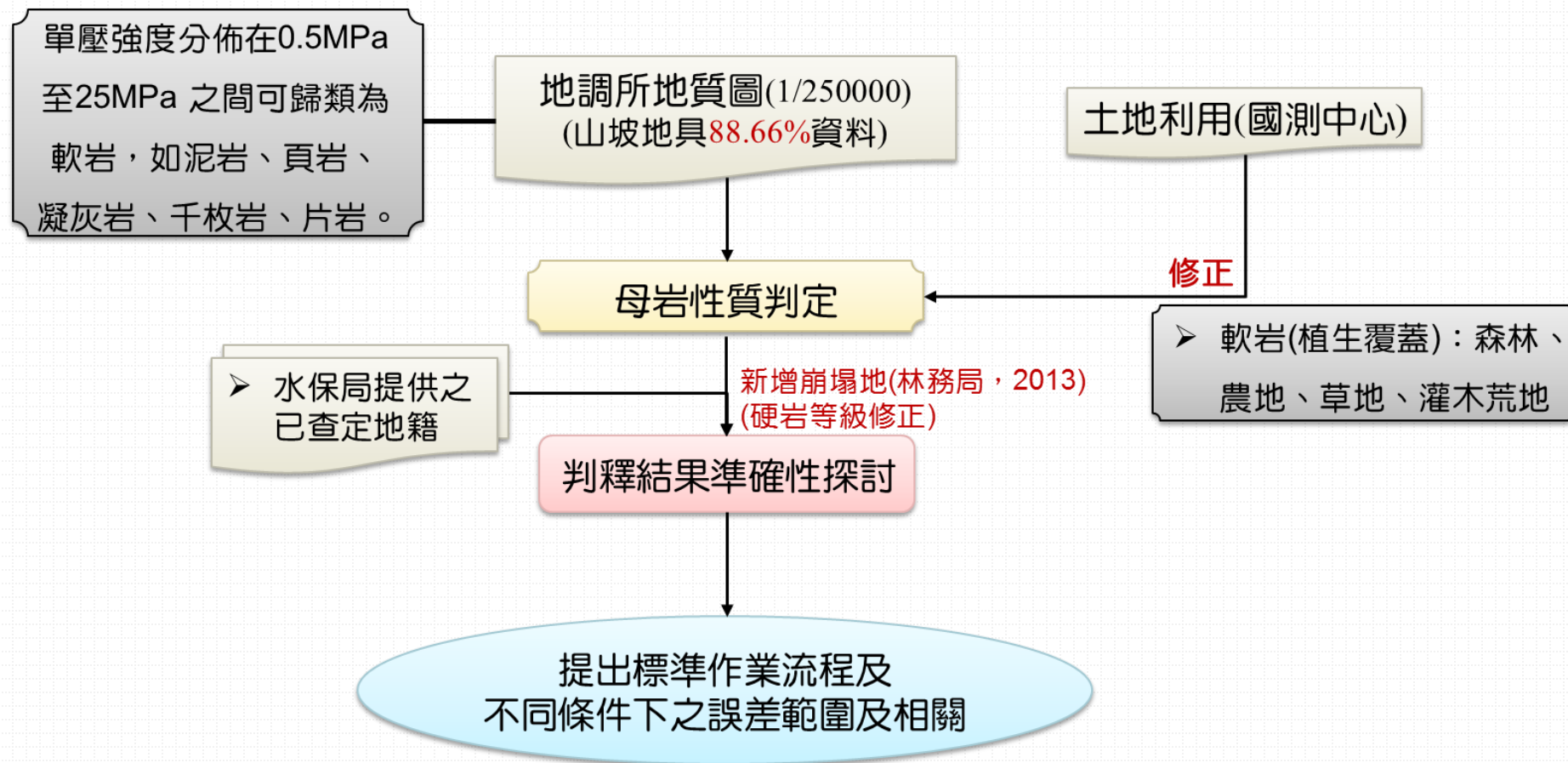


土地利用與現況航拍不符(25筆)

土地利用與現況航拍不符(14筆)

3

母岩性質分析流程及成果

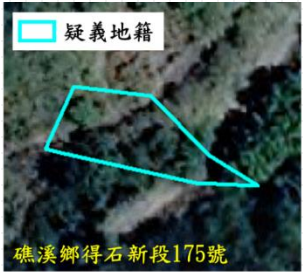


分類結果	已查定結果	
	軟岩	硬岩
軟岩	30,120	74
硬岩	27	1
整體精確度=99.67%		
N=30,223，遺漏值=175		

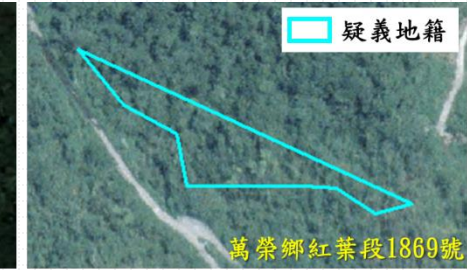
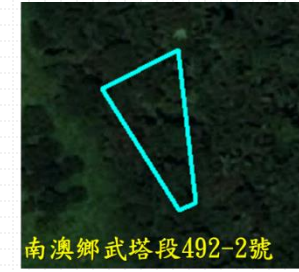
↓ 假設一至三級坡與六級坡地籍為正確

分類結果	已查定結果	
	軟岩	硬岩
軟岩	30,139	21
硬岩	8	54
整體精確度=99.9%		
N=30,223，遺漏值=175		

3 母岩性質 - 航拍初步判釋不符原因



分類結果	已查定結果	
	軟岩	硬岩
軟岩	30,120	74
硬岩	27	1
整體精確度=99.67%		
N=30,223 · 遺漏值=175		



土地利用為非植生而航拍判釋為植生



土地利用與航拍
皆為植生覆蓋



土地利用與航拍皆為裸地與植生交雜



土地利用與航拍
皆為植生與裸地
或建地交雜

4

土壤沖蝕程度、母岩性質不同量測方式

滑落區



有明顯之蝕溝產生及岩體
裸露，若無植生復育，其
沖蝕程度皆屬於極嚴重之
等級，母岩性質則為硬岩。

堆積區



殘留土砂明顯看出有他處之粗顆粒徑土砂



經整理或植生復育後，沖蝕程度減緩或土砂穩定，
方可再進行農耕使用。

常態化差異植生指標 (NDVI)

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

值

值域:-1~1

植物生長愈好

植生覆蓋因子 (C)

$$C = \frac{1 - NDVI}{2}$$

值

值域:0~1

植物生長愈好

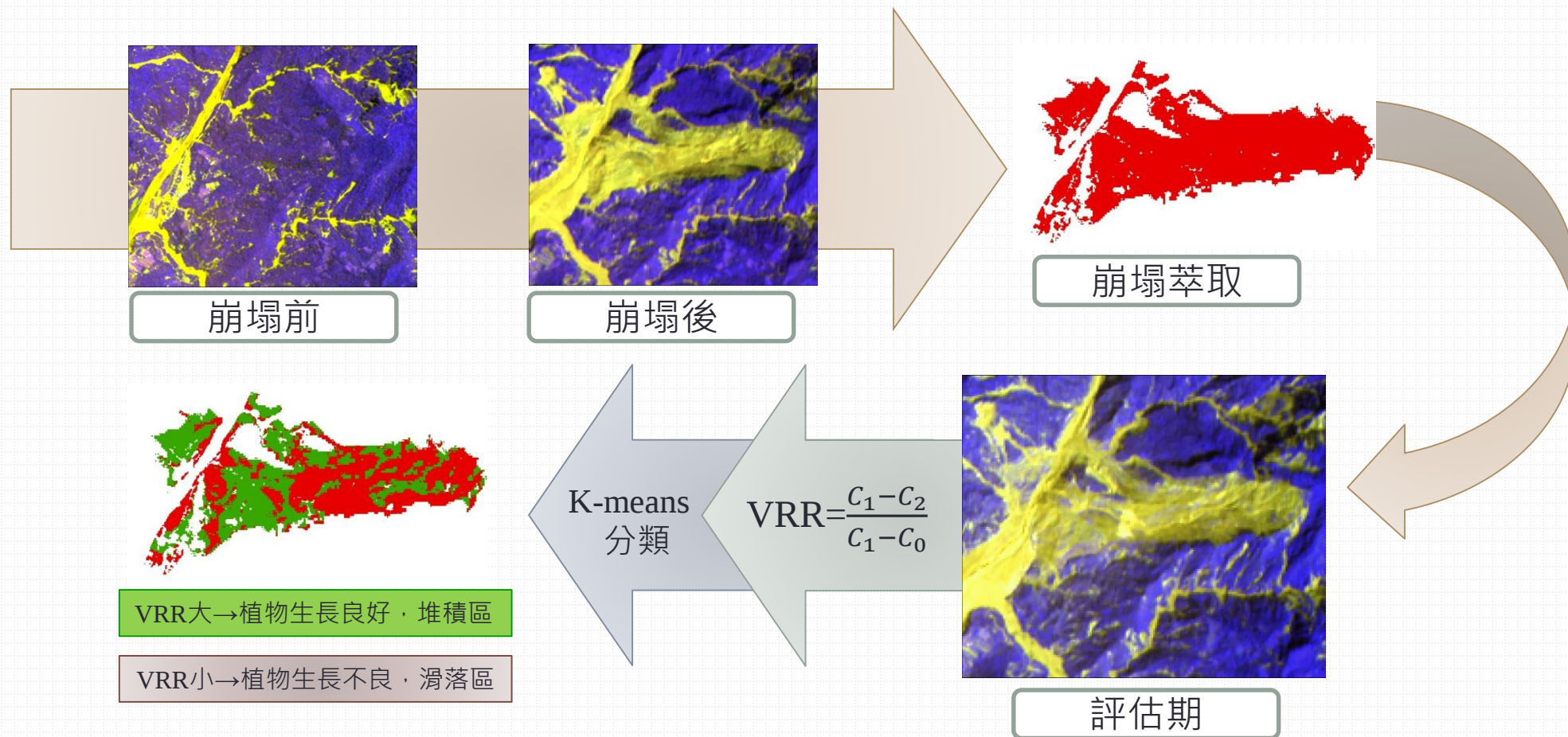
植生復育率
(VRR)

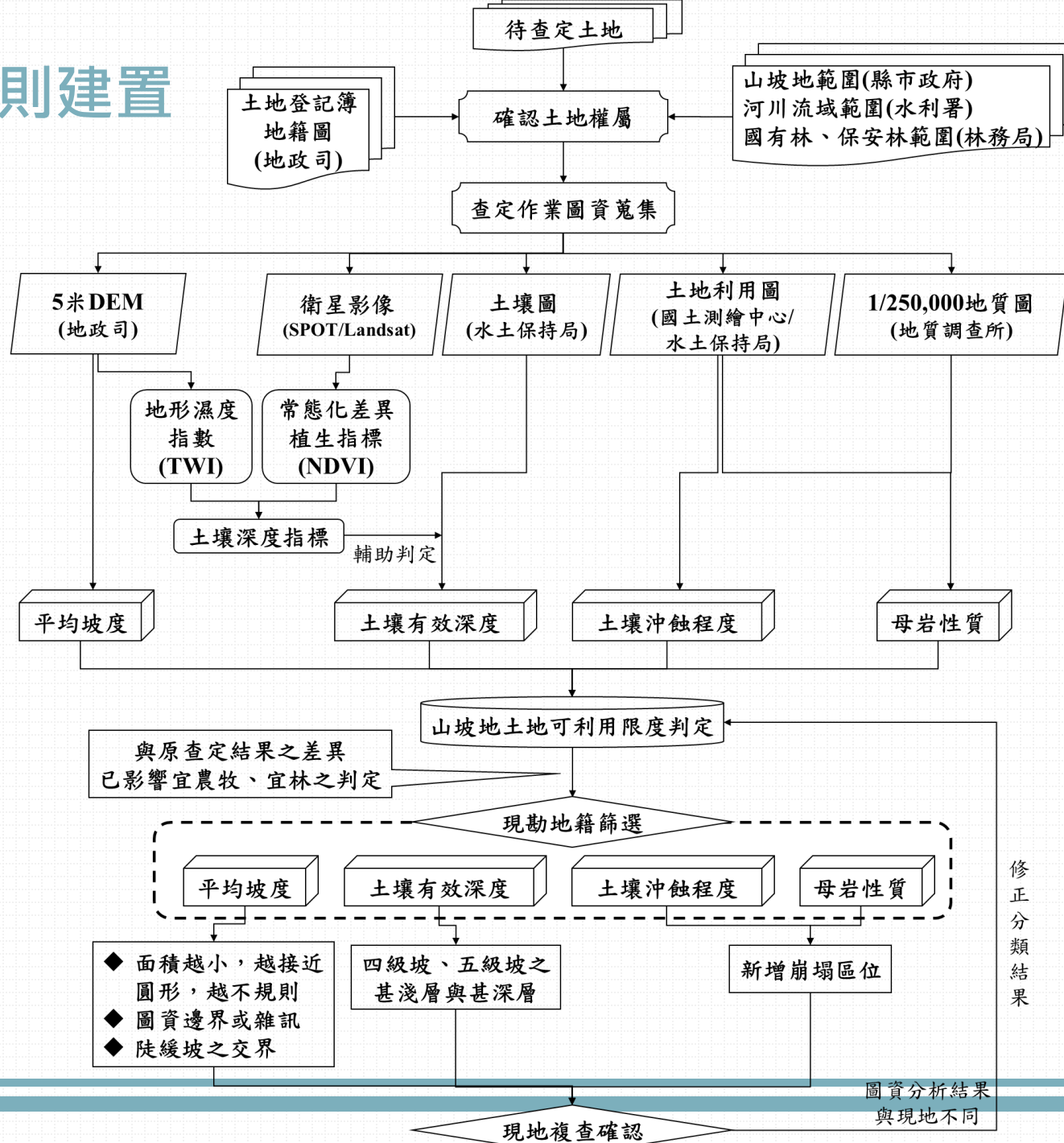
以不同時期衛星影像評估崩塌地區的植生復育情況

$$VRR = \frac{C_2 - C_3}{C_2 - C_1}$$

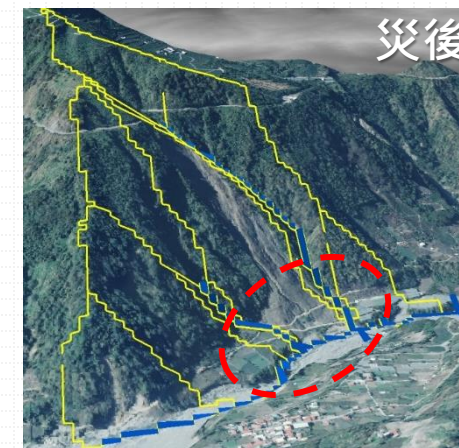
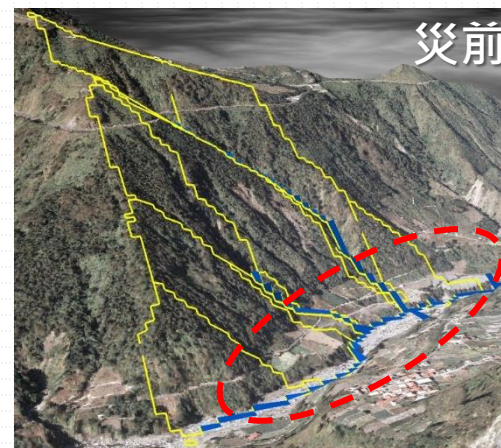
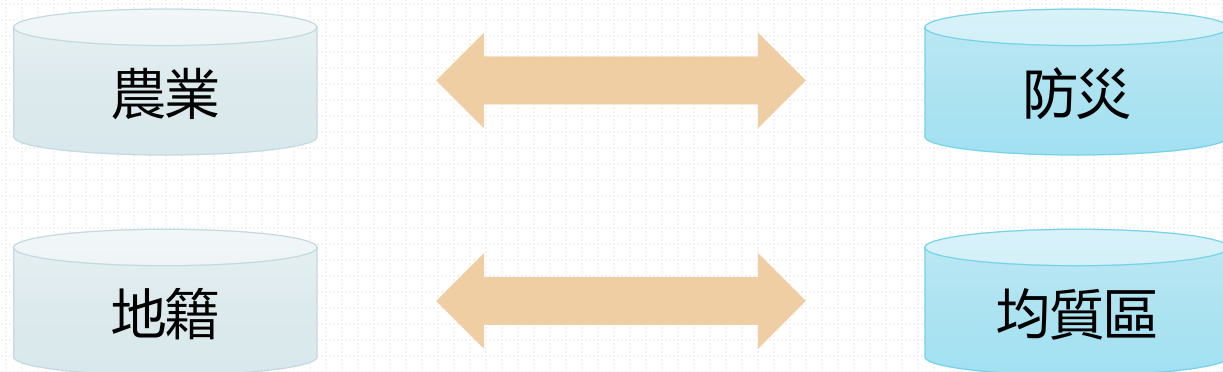
 C_1 : 崩塌前C值 C_2 : 崩塌初期C值 C_3 : 評估期C值

4 土壤沖蝕程度、母岩性質不同量測方式





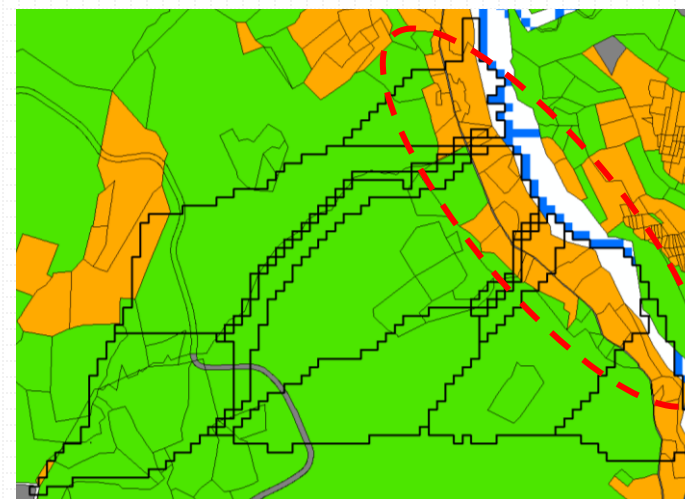
4 巨量數據於創新分類方法之應用



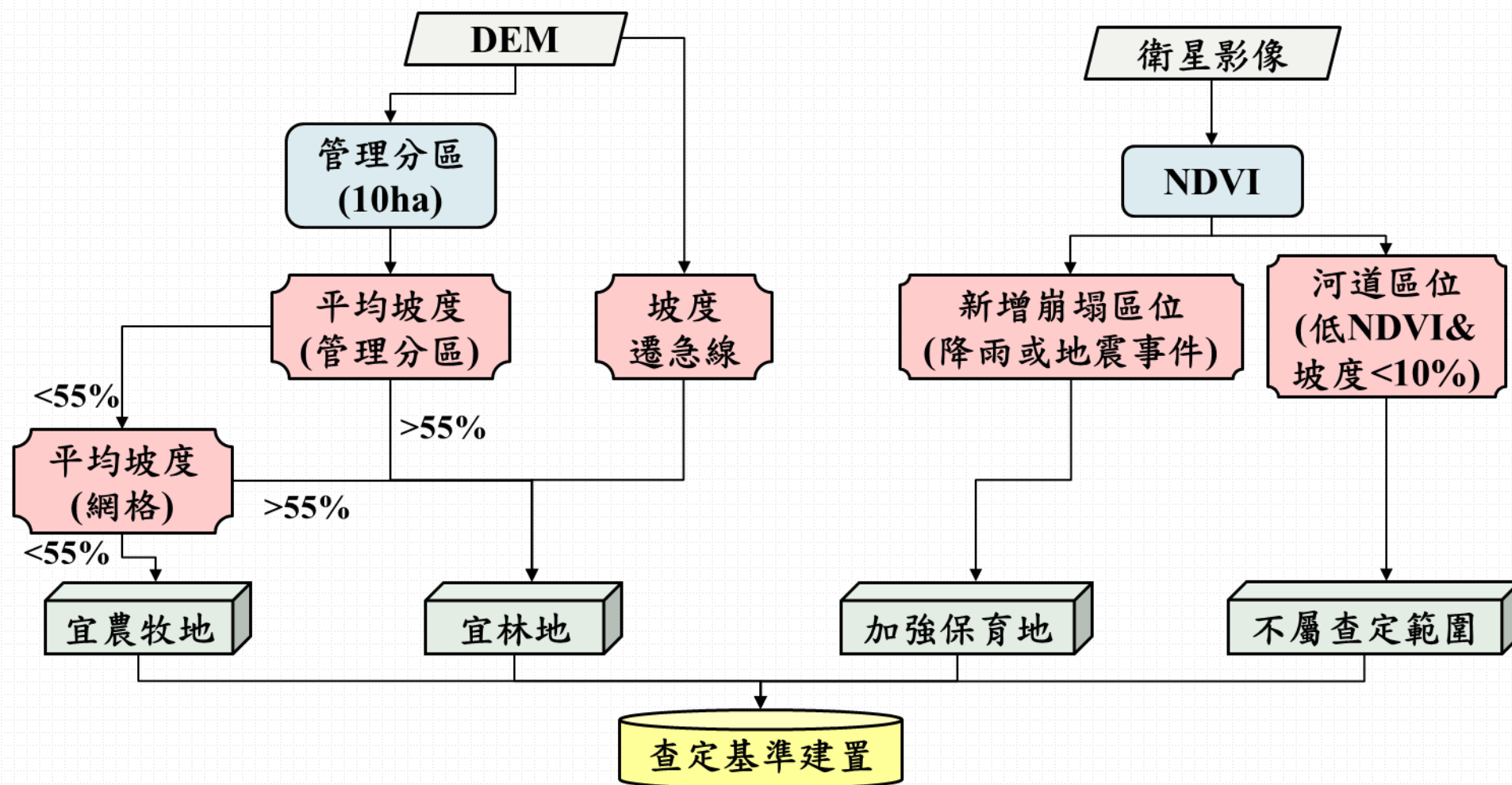
小林村

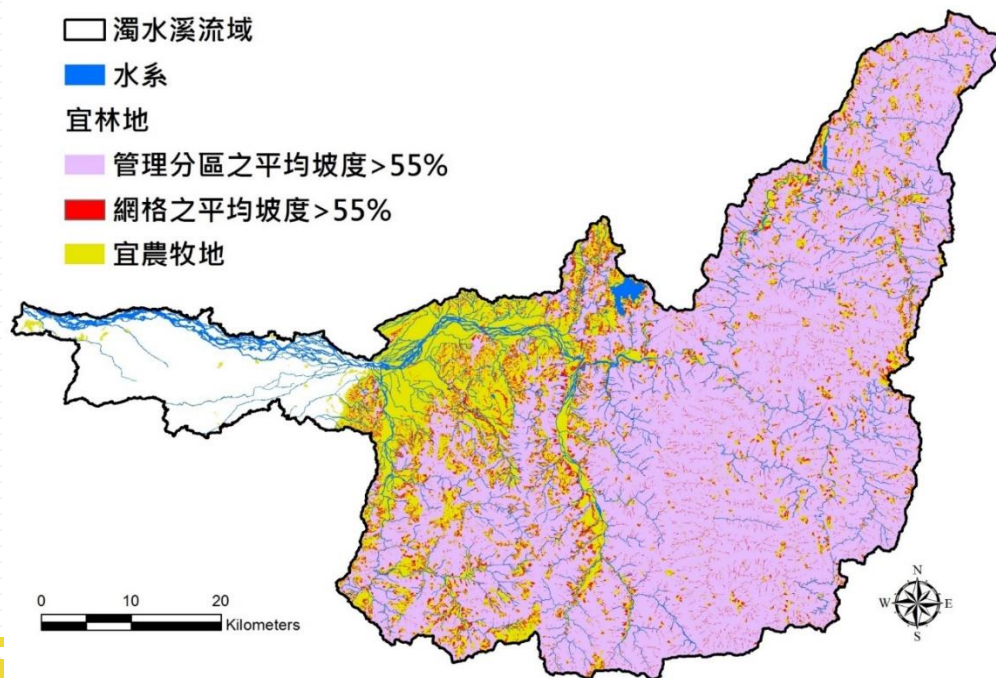
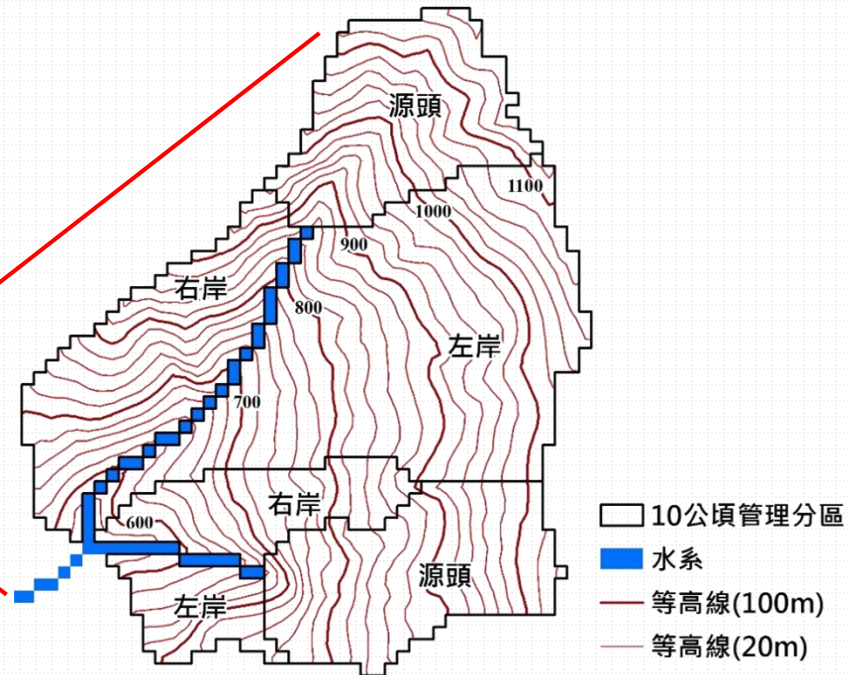
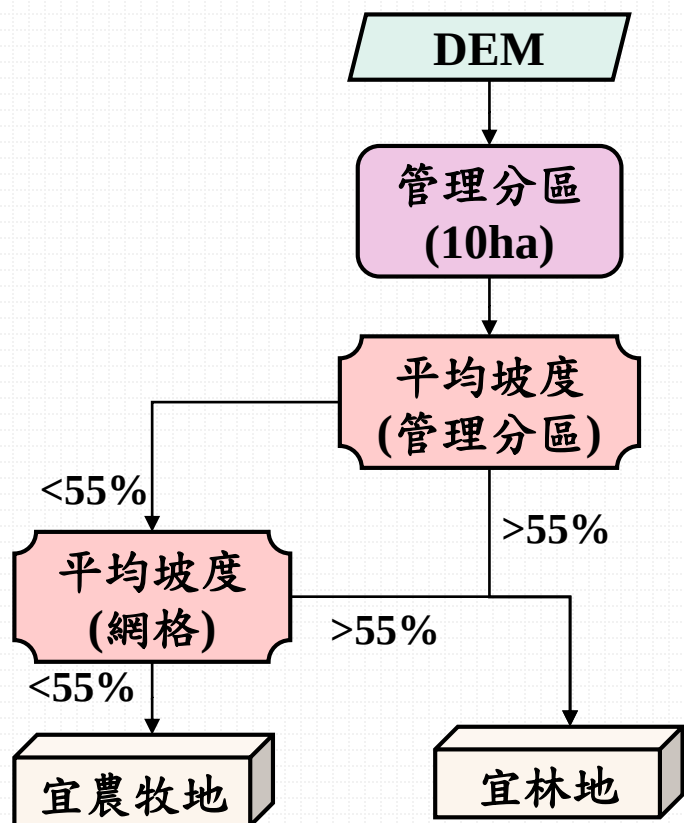


四川茂縣

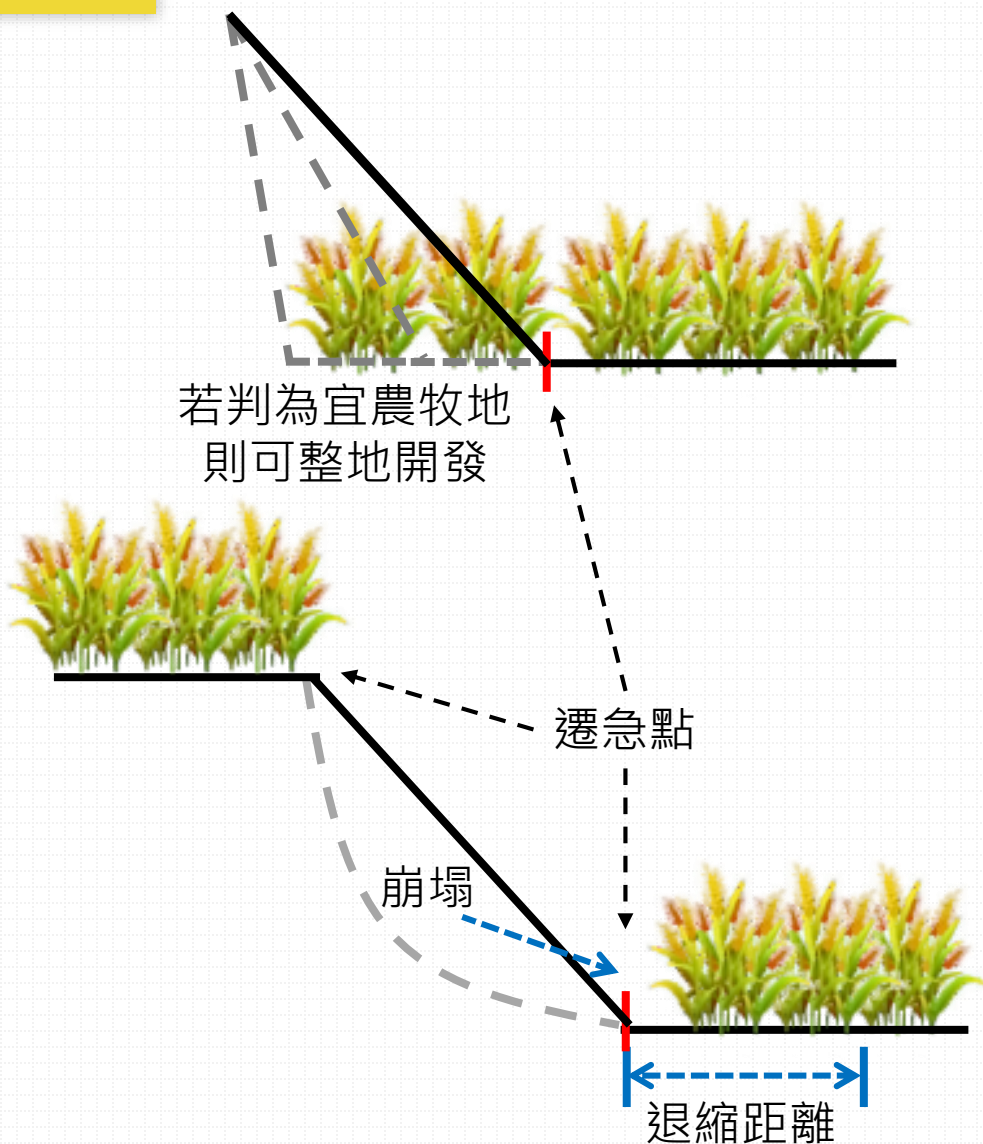


- 原查定結果為宜林地
- 原查定結果為宜農牧地

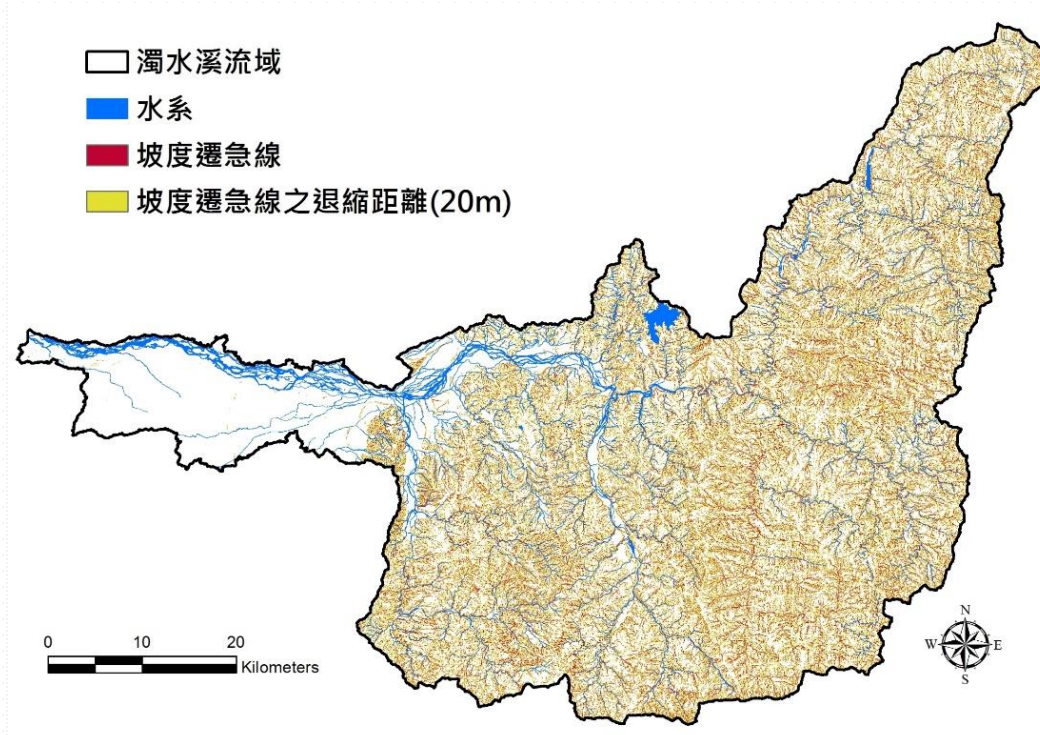


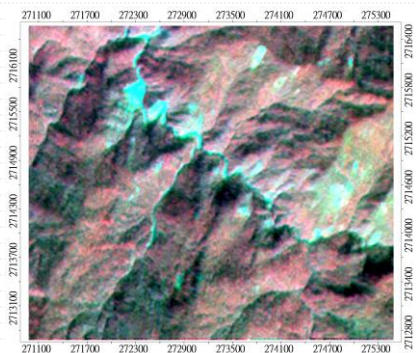


坡度遷急線

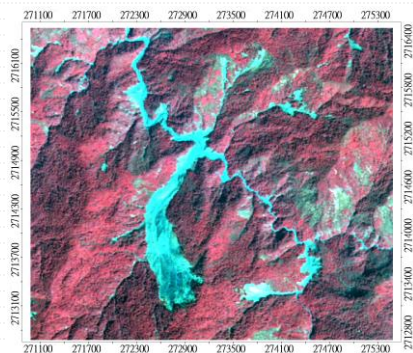


豐丘明隧道

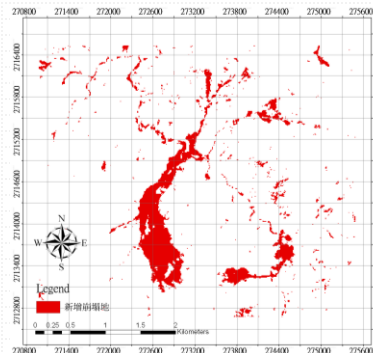




事件前



事件後



新增崩塌

影像相減法

84	80	76
93	85	79
96	91	86

Date1

—

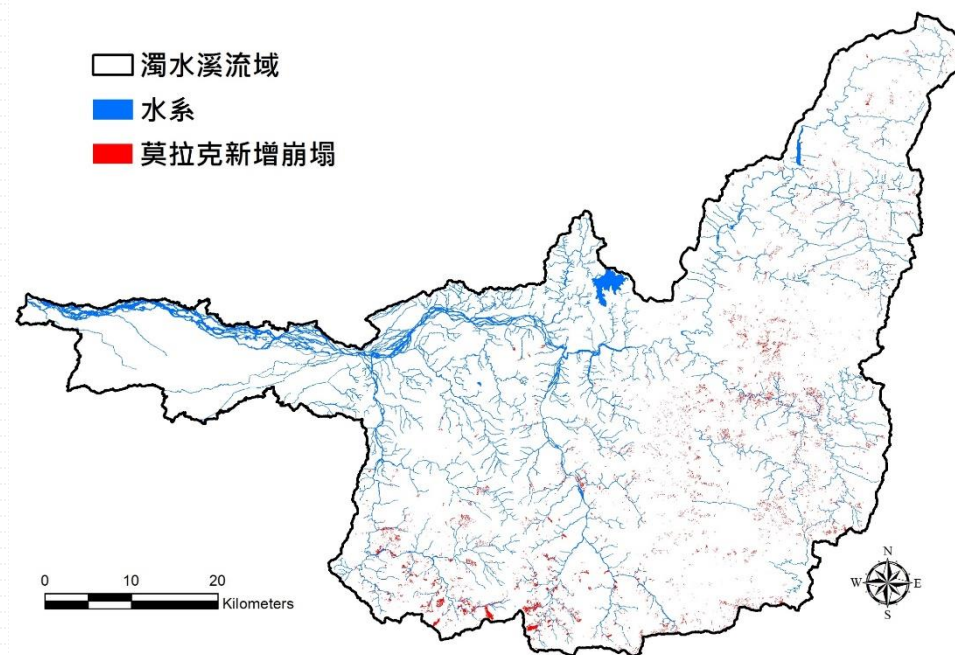
80	78	75
91	84	80
96	92	88

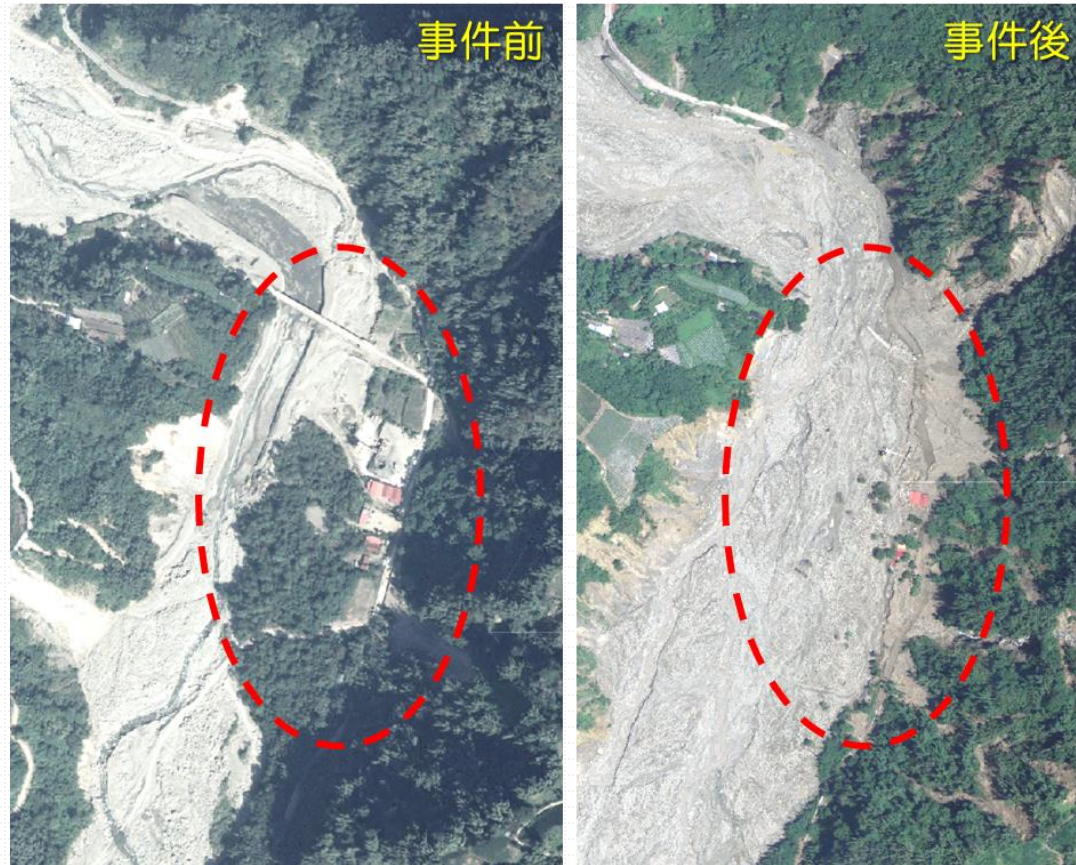
Date2

=

4	2	1
2	1	-1
0	-1	-2

Difference

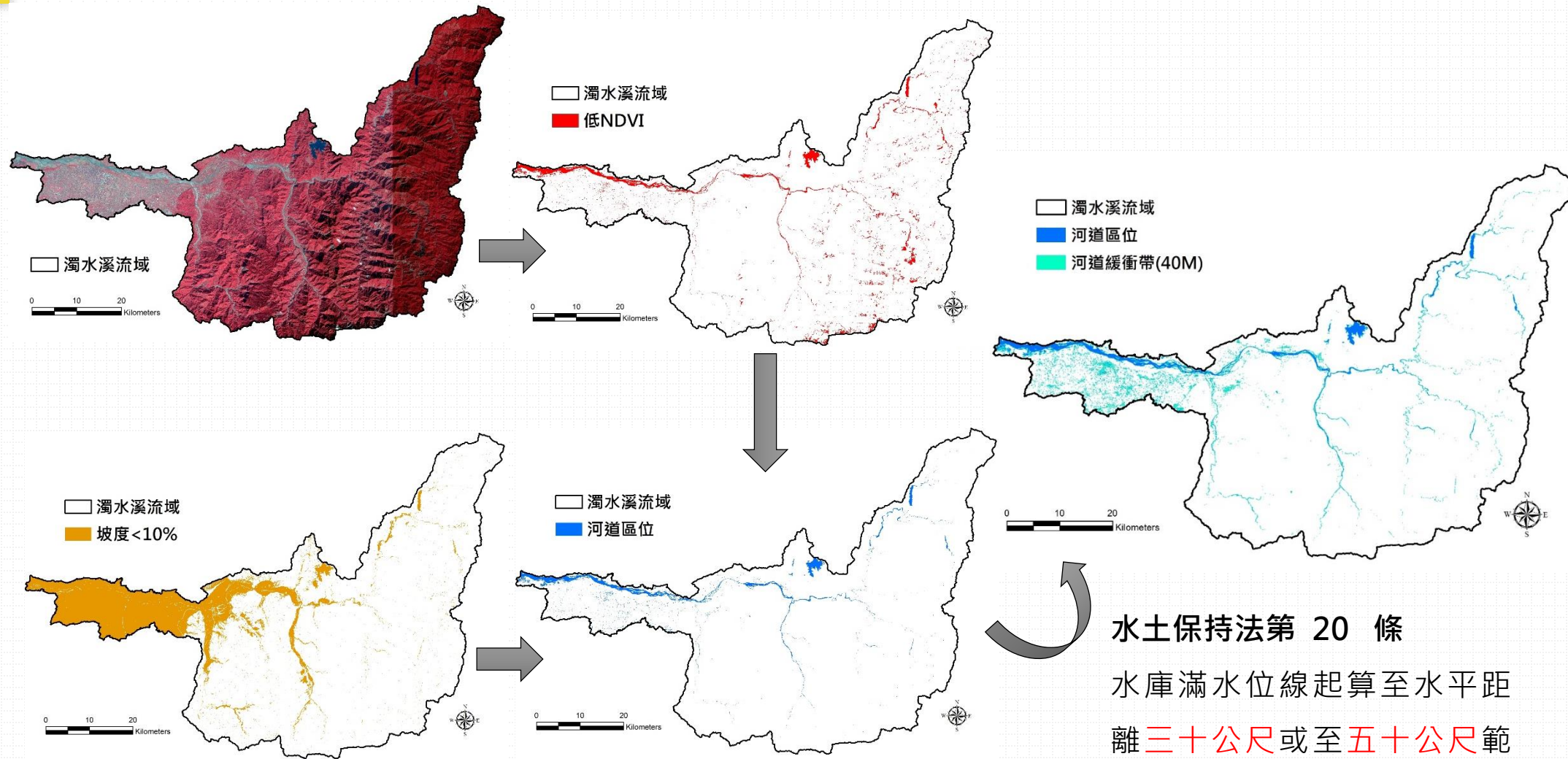




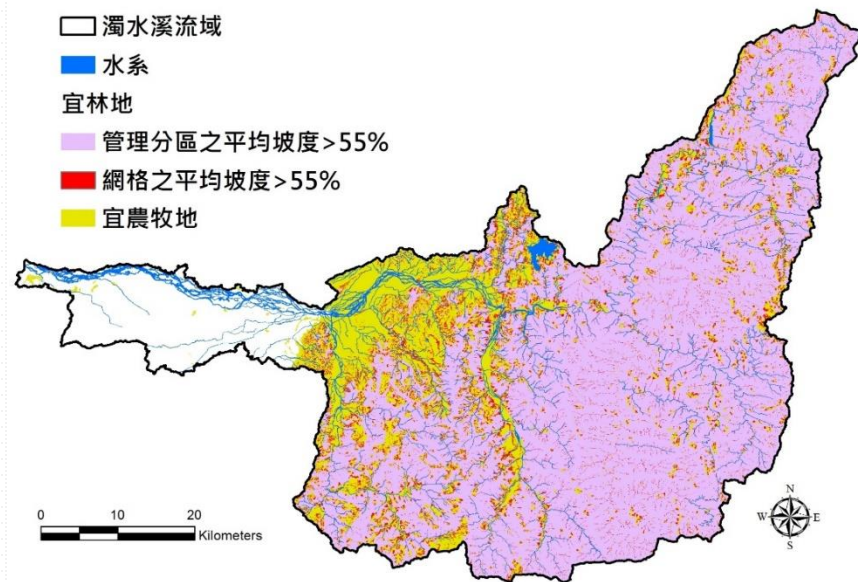
DEM河道非實際河寬



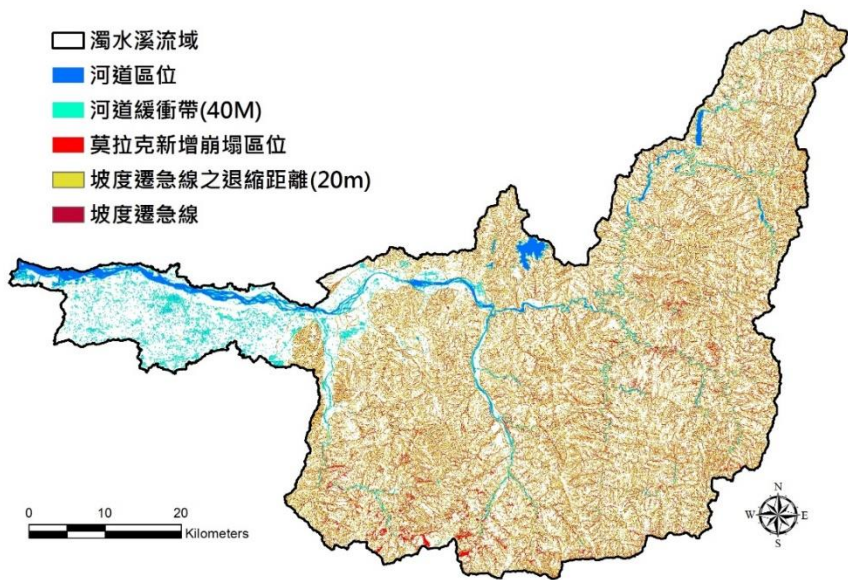
現況之河道濱水區過去皆為洪水發生時之行水區，
一旦發生暴雨，濱水區受洪水淹沒機率極高。



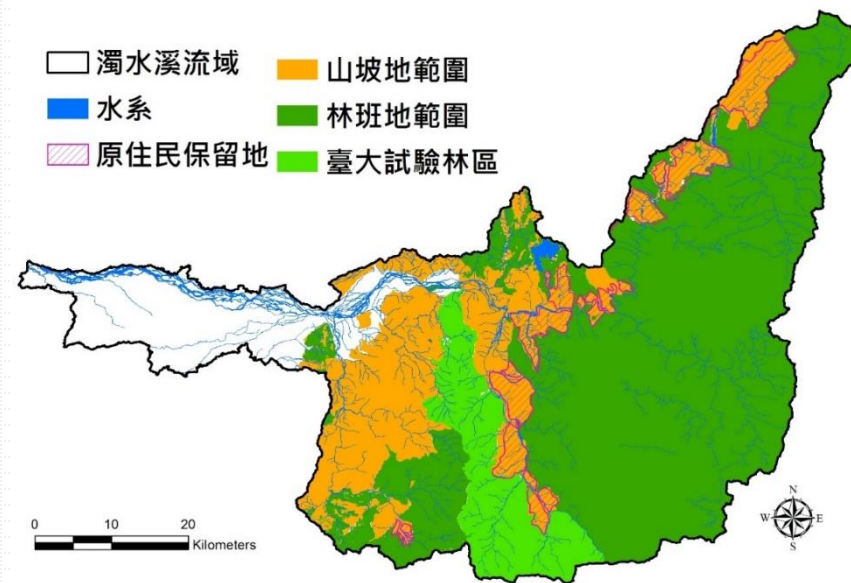
巨量數據於創新分類方法之應用



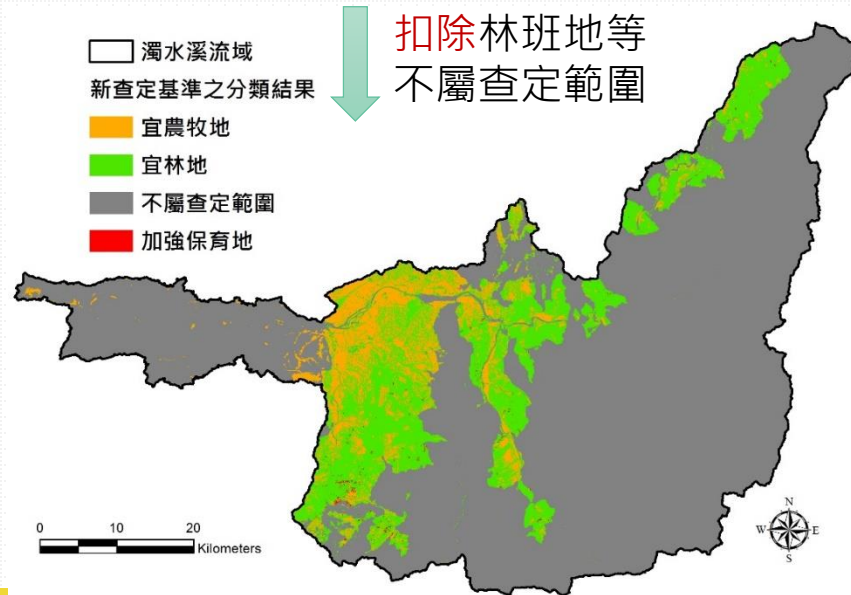
保留平均
坡度基準



加入防災
考量之基準



扣除林班地等
不屬查定範圍



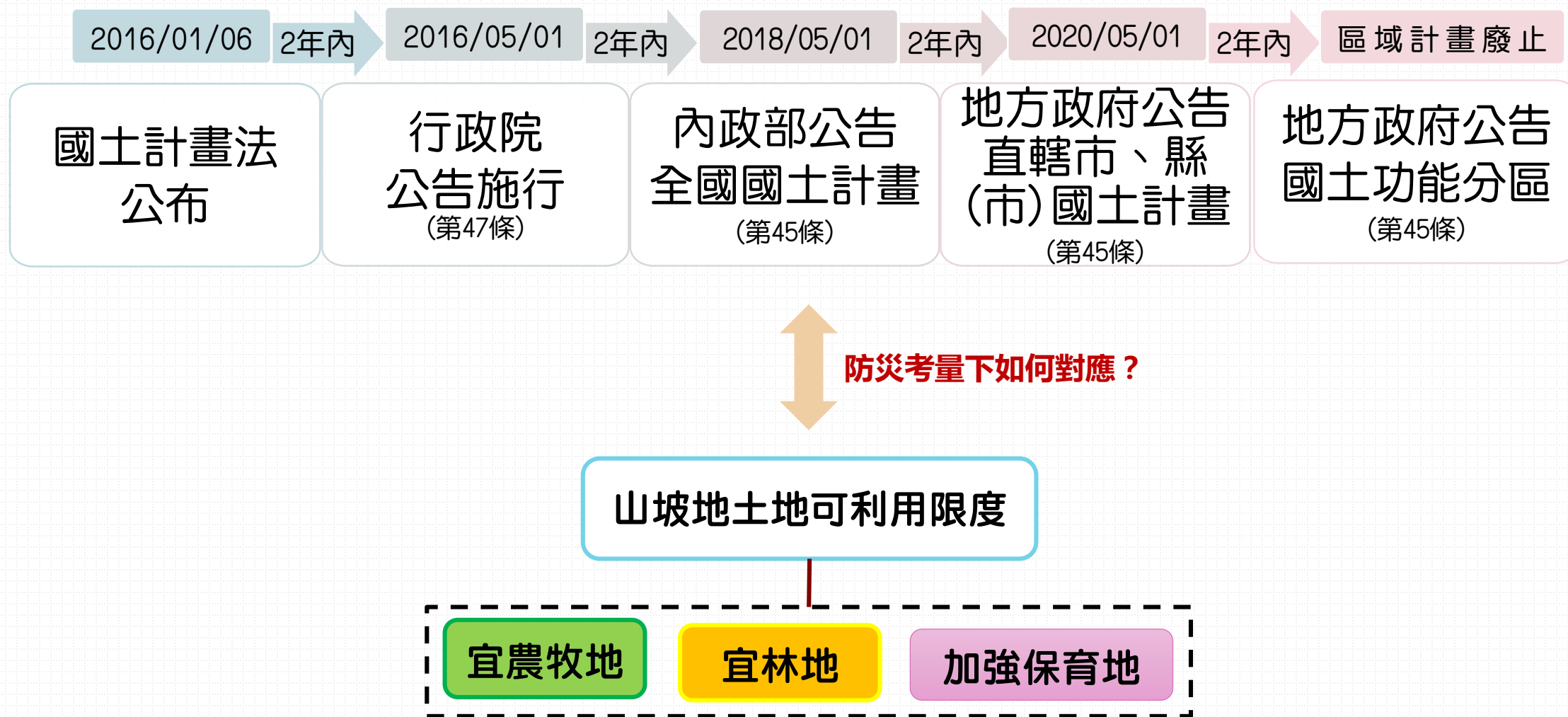
4 巨量數據於創新分類方法之應用

地籍統計結果

分類結果	原查定結果				
	宜林地	宜農牧地	加強保育地	不屬查定範圍	總計
宜林地	17,964	15,797	805	12,603	47,169
宜林地+加強保育地	538	299	53	76	966
宜農牧地	1,241	25,500	102	14,857	41,700
宜農牧地+加強保育地	4	49	1	11	65
宜農牧地+宜林地	13,325	30,764	389	8,845	53,323
宜農牧地+宜林地+加強保育地	222	334	21	46	623
加強保育地	4	20	0	0	24
不屬查定範圍	314	991	24	1,867	3,196
總計	33,612	73,754	1,395	38,305	(單位：筆)

面積統計結果

分類結果	原查定結果				
	宜林地	宜農牧地	加強保育地	不屬查定範圍	總計
宜林地	28,761.9	12,056.0	1,626.3	1,598.8	44,043.0
宜農牧地	3,657.8	10,925.2	82.4	1,124.0	15,789.5
加強保育地	173.9	80.6	33.9	25.8	314.3
不屬查定範圍	688.6	321.3	31.6	124.5	1,166.0
總計	33,282.2	23,383.1	1,774.2	2,873.1	(單位：公頃)



依「全國區域計畫」將「限制發展地區」及「條件發展地區」統整為「環境敏感地區」，就其敏感程度，區分為2級。其劃設目的下：

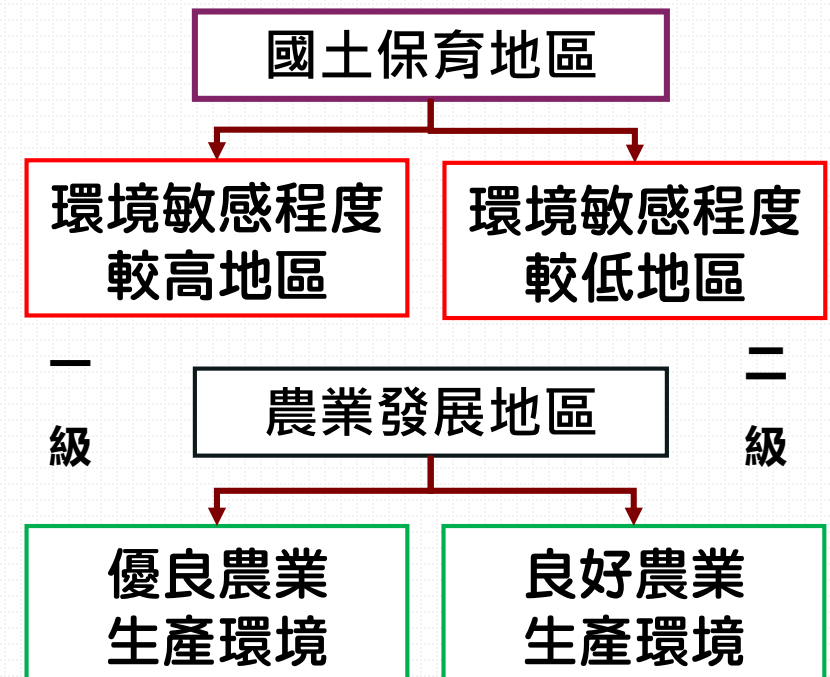
◆ **第1級環境敏感地區：**

以加強資源保育與環境保護及不破壞原生態環境與景觀資源為保育及發展原則。

1. 保障人民生命財產安全，避免天災危害。
2. 保護各種珍貴稀有之自然資源。
3. 保存深具文化歷史價值之法定古蹟。
4. 維護重要生產資源。

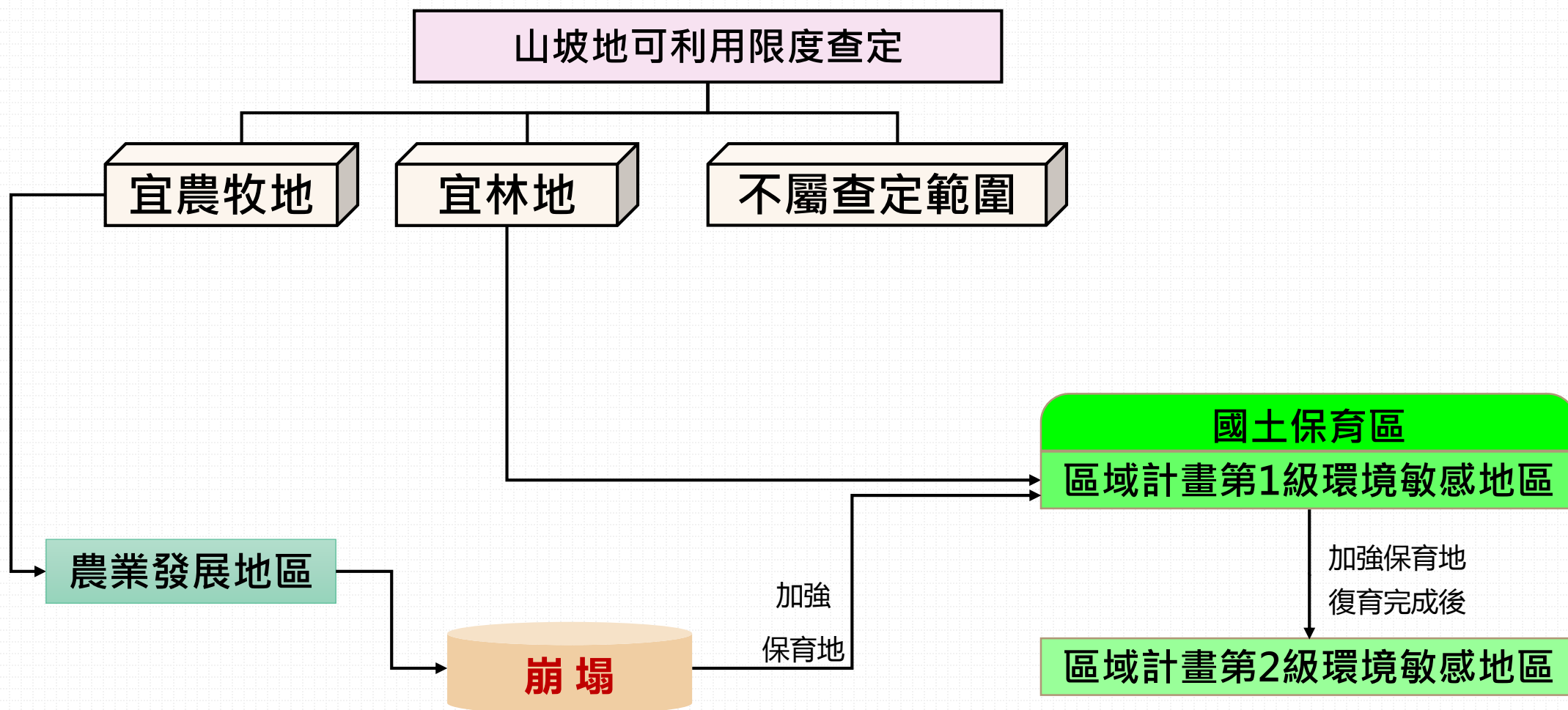
◆ **第2級環境敏感地區：**

考量某些環境敏感地區對於開發行為的容受力有限，為兼顧保育與開發，加強管制條件，規範該類土地開發。



環境敏感地區項目表 - 災害敏感類

	項目	相關法令及劃設依據	中央主管機關
第1級	1.活動斷層兩側一定範圍	實施區域計畫地區建築管理辦法	內政部
	2.特定水土保持區	水土保持法	行政院農業委員會
	3.河川區域	水利法、河川管理辦法	經濟部
	4.洪氾區一級管制區及洪水平原一級管制區	水利法、河川管理辦法、排水管理辦法、淡水河洪水平原管制辦法	經濟部
	5.區域排水設施範圍	水利法、河川管理辦法、排水管理辦法	經濟部
第2級	1.地質敏感區(活動斷層、山崩與地滑、土石流)	地質法	經濟部
	2.洪氾區二級管制區及洪水平原二級管制區	水利法、河川管理辦法、排水管理辦法、淡水河洪水平原管制辦法	經濟部
	3.嚴重地層下陷地區	嚴重地層下陷地區劃設作業規範	經濟部
	4.海堤區域	水利法、海堤管理辦法	經濟部
	5.淹水潛勢地區或易淹水地區	水患治理特別條例	經濟部
	6.山坡地	山坡地保育利用條例、水土保持法	行政院農業委員會
	7.土石流潛勢溪流	災害防救法、水災潛勢資料公開辦法	行政院農業委員會



結語

- ◆ 查定工作、分類方法、分析工具應隨著時代演進而有所改變。
- ◆ 巨量數據於平均坡度之分類符合度約67.9%，操作上若將一至三級坡與六級坡地籍之其他三項基準視為正確，則土壤有效深度、土壤沖蝕程度、母岩性質之分類符合度，分別可達86.8%、91%、99.9%。
- ◆ 目前全台已建置土壤圖仍有未調查之區位，透過地形濕度指數及植生指標可有效推估全台土壤深度分布。
- ◆ 土壤沖蝕程度及母岩性質雖圖資判釋符合度高，但對查定結果影響程度較小，主要變化原因為崩塌之發生，建議兩基準宜隨土砂災害事件更新即可。
- ◆ 若以防災考量下，創新查定方法宜有平均坡度均質區之概念，除保留新增崩塌區位外，亦可加入坡度遷急線及河道緩衝帶等未有明確法律規定但易致災之區位。
- ◆ 與國土計畫法之對應，建議將宜林地列為國土復育區1級，而宜農牧地則宜配合災害事件動態調整。

感謝聆聽 敬請指教