

— 等高線壕工と積苗工の対比から —

防砂・地すべり技術センター ○小菅尉多・黒川興及

京都府立大学農学部

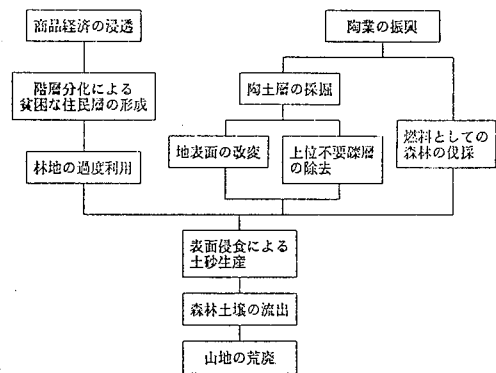
大手桂二

建設省多治見工事事務所

池谷 浩・田井中治

庄内川流域は古くから窯業が盛んで、陶土の採掘による流域の改変およびその燃料としての木材の伐採が進み、その結果、周辺のいたるところがとくしゃ地化し、荒廃したと言われている。このような状況の中で、古くから山腹工を主体とした砂防工事が実施され、現在はそのようなとくしゃ地も植生で被覆されており、はげ地はほとんど認められない状況である。山腹工法としては、積苗工を主体として実施されたようであり、その中で特殊な工法としては、昭和30年頃に建設省直轄で実施した等高線壕工法があげられる。そして現在、施工後約35年経過した状況にある。したがって、この等高線壕工法の評価を積苗工との対比から行い、庄内川流域における山腹工の位置付けについて若干の検討を行った。

本地域周辺（東濃地方）では明治38年調査時には、とくしゃ地、荒廃地面積は概ね22,000haあったとされている。このようなとくしゃ地が形成された主原因としては、商品経済が浸透し、これにより階層分化が起こり、貧困な住民層が形成され、そのため入会的採取による林地の過度利用を招いたことである。これに本流域特有の陶土層の分布があり、陶業が発達してくる。その結果、陶土層が採掘され、また、燃料としての松材（アカマツ）が伐採されることとなる。したがって、これらのことが加味されて表面侵食等による土砂



生産が生起し、森林土壌が流出し、植生の回復が追いつかず、山地が荒廃したものと考えられる（図-1）。

前述のようにとくしゅ地の分布面積は約22,000haあったと言われ、昭和28年調査時では荒廃移行地6,500ha、山腹工事の必要を有するもの4,700ha、合計11,200haあったと言われている。これらの面積は調査方法を異にしているため直接対比はできないが、荒廃地は減少傾向にあったと言える。その減少原因としては、①砂防・治山事業の推進、②土砂防止保安林の指定の2点が考えられる。山腹工法としては、ほとんどが積苗工であり、その

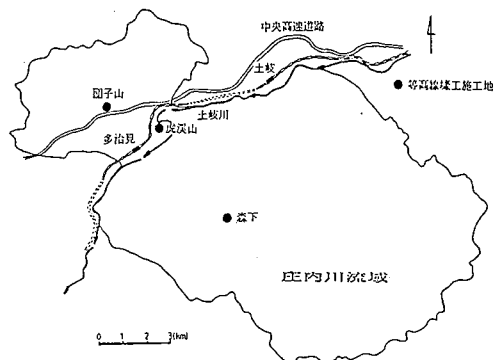


図-2 等高線壕工法の施工位置

中で特殊な工法としては、建設省直轄砂防事業で実施した等高線壕工法があげられ、本流域の団子山、虎溪山、森下の3箇所を実施された(図-2)。本工法は、アメリカ北西部のユタ州で実施されたものであり、その目的は山腹斜面に雪あるいは雨が降った場合、その水をなるべく山腹に浸透させ表面水として流下させず、それに伴う表土の流出を防止し、地面の湿潤状態を良好にして植生を生育させることを目的として実施されたものである。

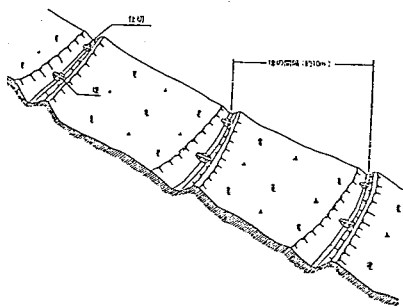


図-3 等高線壕工の概略構造

その概略構造は図-3に示すように山腹にある間隔を置いて等高線状に山を取り巻くように壕を掘り、この壕の中に6~12m位の間隔で壕の堤より10cm位低い仕切を設けたものであり、壕の前面にクロマツおよびヤシャブシを植栽したものである。

4. 山腹工の現状

以上の等高線壕工法施工地(団子山・虎溪山)とそれと対比させる目的で積苗工施工地(対照区)を選定し、その土壌の回復状態と植生の生育状況を把握するため、土壌調査と植生調査を実施した(図-4)。土壌調査はA₀層・A層の厚さおよびA層の絶乾重量を測定し、また、A層・C層の理化学性と化学性について分析を行った。植生調査については特に、等高線壕工法の効果を判断する目的から壕の天端を中心として斜面上部および下部に向かって4mの、すなわち、8×8mのコードラット調査区を設定し、

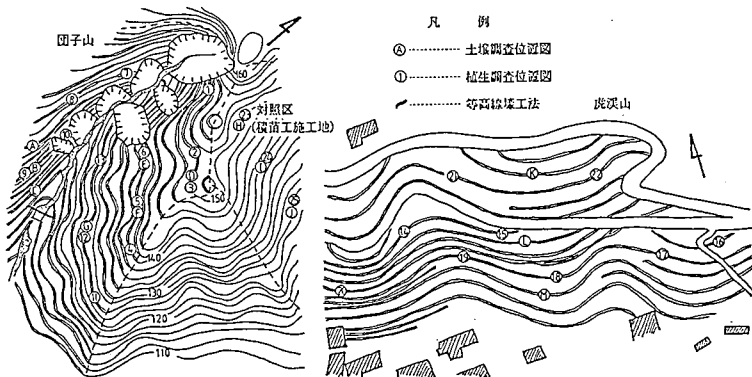


図-4 土壌調査・植生調査位置図

高木層、亜高木層、低木層および草本層に出現する種の同定を行い、かつ、調査プロット内に出現するクロマツ・アカマツについては、その樹高、胸高直径および根元直径をすべて測定した。

4.1 土壌の回復状態

表-1にA₀層・A層の土壌層厚とA層の絶乾重量を示す。なお、山腹工施工当時はげ山であったことを考えると、当時の表層土はすべてC層であったと見なすことができ、A層はすべて山腹工施工後に形成されたものと考えられる。同表よりA層の厚さはいずれの調査区とも5cm前後を示し、A層の厚さは、比較的厚い所で15cm前後を示し、薄い所では2~4cmと非常に薄層である。また、表-2に土壌の理化学性について示す。一般に重積量

表-1 A₀層・A層の状況

場所と斜面の方向	PLOT	A ₀ 層の厚さ (cm)	A層の厚さ (cm)	A層の絶乾重量 (g/cm ²)
団子山	南	4.0	3.0	0.44
	東	17.0	3.0	0.58
	西	10.0	4.0	0.38
	南	8.0	2.0	0.33
	東	4.0	2.0	0.45
	西	2.0	5.0	0.43
対照区	南	4.0	5.0	0.57
	東	9.0	7.0	0.25
	西	10.0	6.0	0.59
虎溪山	南	15.0	4.0	0.74
	東	8.0	2.0	0.23
	西	8.0	5.0	0.45
		12.0	5.0	0.46

については40~60(g/100ml)、孔隙量70~80(%)、最大容水量50~80(%)、最小容気量60~70(%)、が良好な土壌と言われているが、本調査地においては虎溪山下部斜面Mにおいて比較的良好な値を示す

表-2 各調査区の土壌の理化学性

場所と斜面 の方向	PLOT	深さ (cm)	容積比 (g/100g)	孔隙率 (%)	最大容積比 (%)	最小容積比 (%)	比容積比 (%)	比容積比 (%)
団子山	南	A	3-7	110.9	40.0	27.0	13.1	17.5
		B	3-7	110.0	47.0	31.9	32.0	20.3
			20-24	125.2	45.4	31.0	34.4	25.3
		C	4-8	91.6	66.2	45.4	36.3	27.1
	東		40-44	124.7	46.0	34.7	36.6	20.7
		D	2-6	80.0	50.6	44.6	35.3	23.2
			10-14	127.0	47.7	31.7	37.5	27.8
		E	2-6	84.2	67.1	51.0	22.0	16.7
	西		8-12	114.4	40.1	29.6	26.0	21.1
		G	5-9	104.0	38.0	30.4	26.0	16.5
虎溪山	南	H	7-11	83.0	68.0	48.6	37.0	27.1
			16-20	121.0	49.3	31.3	34.9	14.4
		I	6-10	92.0	57.1	50.3	40.9	16.2
		J	16-20	126.0	46.0	34.6	40.4	7.6
	東		4-10	105.3	46.7	27.3	24.0	24.7
			10-23	116.8	46.3	36.3	34.0	11.3
		K	2-6	72.6	62.0	28.0	18.5	44.3
								20.0
	西	L	5-9	97.6	54.6	36.6	30.3	24.3
		M	13-17	86.7	61.5	46.7	36.3	25.2
対照区	西		5-9	53.0	70.7	47.6	22.9	47.8
			17-21	101.1	56.4	37.0	35.4	21.0

他はいずれも良好な土壌とは言いがたい。表-3には土壌の化学性についても示したが、同表からもpHはいずれも4.0~4.3と酸性土壌を呈し、C/N比で見ても（一般には10に近い程良好な土壌）いずれの調査区とも良好な結果を示していない。

4.2 植生の生育状況

本調査区においては団子山、虎溪山、対象区（積苗工施工地）において多少の相違はあるものの概ね、高木層（8m以上）には、クロマツ・アカマツ・コナラ・オオバヤシャブシ・ソメイヨシノ等で形成されており、亜高木層（3~8m）はクロマツ・アカマツ・コナラ・ヒサカキ・アベマキ・シャシャンボ・ネジキ・ソメイヨシノ・オオバヤシャブシ等で形成され、低木層（1~3m）は、ヒサカキ・ネジキ・ネズミサシ・モチツツジ・ナツハゼ等で形成され、草本層（1m以下）はネザサ・ベニシダ・ナツハゼ・シシガシラ等で形成されている。ところで、本調査は以上のような構成種の中から等高線掘工の評価をする意味でクロマツ・アカマツに注目し、その生育状況を調べた。表-4には各調査区毎のマツ類の生育本数を示す。

表-4 調査区毎のマツ類の生育本数

	団子山西斜面	団子山東斜面	虎溪山	対照区
アカマツ	84	11	30	21
クロマツ	52	30	46	19
計	136	41	76	40

また、表-5には調査林分の樹高・根元直径・胸高直径の平均値と現存量を示す。同表よりいずれの調査区とも樹高・根元直径・胸高直径において生長が良いとは言えない。調査区毎で見ても団子山の値が虎溪山、対照区（積苗工施工地）の値よりやや低い程度でいずれも大差のない状態であり、また各斜面の部位毎で見るといずれも上部で低い値を示している。現存量においても調査区毎に見れば、団子山で小さな値を示し、次いで虎溪山、対照区となる。また斜

表-3 各調査区の土壌の化学性

場所と斜面 の方向		PLOT	深 さ (cm)	pH	全窒素 (%)	全窒素 (%)	C/N比
団 子 山	南	A	3-7	4.4	2.40	0.09	26.7
			30-34	4.7	0.91	0.02	45.5
		B	3-7	4.3	2.48	0.11	22.5
			20-24	4.6	0.86	0.03	28.7
	東	C	4-8	4.5	1.94	0.09	21.6
			40-44	4.5	1.20	0.05	24.0
	西	D	2-6	4.3	3.13	0.13	24.1
			10-14	4.6	0.53	0.02	26.5
		E	2-6	4.1	2.61	0.12	21.8
			8-12	4.4	1.50	0.03	50.0
虎 溪 山	南	F	7-11	4.2	9.78	0.41	23.9
	東	G	5-9	4.6	1.51	0.06	25.2
			9-13	4.3	0.90	0.03	30.0
	西	H	7-11	4.3	3.32	0.15	22.1
			16-20	4.6	0.75	0.01	75.0
		I	6-10	4.0	4.01	0.21	19.1
			16-20	4.3	0.66	0.04	21.5
	対照区	J	4-10	4.1	3.91	0.19	20.6
			19-23	4.4	0.93	0.04	23.3
対 照 区	南	K	2-6	4.0	5.25	0.27	19.4
			10-14	4.5	2.14	0.09	23.8
	東	L	5-9	4.0	2.79	0.15	18.6
			13-17	4.3	2.22	0.11	20.2
	西	M	5-9	4.0	4.29	0.22	19.5
			17-21	4.4	1.25	0.06	20.8

表-5 調査区毎の諸量

調査区	プロットNo.	平均値			現存量		
		樹高 (m)	根元直径 (cm)	胸高直径 (cm)	本数 (1/ha)	調査面積 (a/ha)	総材積 (m³/ha)
対象区斜面上部	A	6.32	-	9.05	2063 (2105)	23.18	81.38
対象区斜面中部	B	11.00	12.67	10.72	1406 (156)	15.31	100.31
対象区斜面下部	C	9.57	15.00	12.17	1075 (930)	26.39	143.20
団子山西斜面上部	1,2,3	1.02	5.56	2.06	469 (156)	0.24	---
団子山西斜面中部	4,5,6	6.40	10.20	7.45	4062 (2053)	21.75	87.47
団子山西斜面下部	11,12,13	0.36	12.41	9.33	2604 (2105)	23.06	114.03
団子山東斜面中部	7,8	6.53	10.20	7.74	1075 (930)	11.64	46.67
団子山東斜面下部	9,10	7.04	9.21	7.47	1320 (9)	7.66	33.20
虎溪山斜面上部	21,22	7.75	13.50	10.50	1563 (365)	17.45	93.13
虎溪山斜面中部	14,15,16	10.40	13.39	9.03	930 (521)	10.07	67.29
虎溪山斜面下部	17,18,19,20	9.92	13.64	10.07	1979 (273)	17.13	50.38

下段()内はアカマツの本数を示す

面部位で見ると差があり、下部ほど大きな値を示すが、通常のアカマツ林とは比較にならないほど小さな値を示している。次に塚の上下でマツ類の生長に差があるかどうかを見るために、各調査区・部

表-6 各調査区・部位毎の諸量の平均値

		団子山西斜面				団子山東斜面				虎渓山斜面				対照区斜面	
		アカマツ		クロマツ		アカマツ		クロマツ		アカマツ		クロマツ		アカマツ	クロマツ
		塚の上側	塚の下側	塚の上側	塚の下側	塚の上側	塚の下側	塚の上側	塚の下側	塚の上側	塚の下側	塚の上側	塚の下側		
斜面上部	出高 (m)	1.80	1.30	1.60	2.02					10.22	7.42	7.71	8.31	5.75	5.10
	樹元直径 (cm)	6.00	5.00	6.33	4.67					18.25	14.67	13.20	11.05		
	樹高直径 (cm)	1.75	—	2.50	1.83					14.50	11.33	10.10	8.53	10.00	5.49
	幹材径 (m ³)									0.108	0.075	0.040	0.032	0.032	0.014
斜面中部	出高 (m)	6.91	8.08	5.76	5.52	6.80	8.39	6.35	5.82	11.19	9.55	9.88	10.19	10.56	14.50
	樹元直径 (cm)	11.81	12.81	8.19	8.82	12.09	18.00	10.92	6.39	14.73	4.00	18.00	8.33	11.52	21.00
	樹高直径 (cm)	8.48	9.38	5.83	6.50	5.30	11.40	8.52	5.78	9.75	9.50	14.40	6.67	9.54	17.00
	幹材径 (m ³)	0.021	0.024	0.012	0.012	0.012	0.040	0.024	0.010	0.056	0.025	0.125	0.035	0.06	0.16
斜面下部	出高 (m)	7.62	9.52	10.70	8.39	—	—	6.53	7.71	7.62	8.82	11.17	11.48	8.05	11.09
	樹元直径 (cm)	8.94	12.54	11.25	11.58	—	—	8.50	10.21	9.42	14.00	13.78	18.38	11.22	18.67
	樹高直径 (cm)	6.38	10.32	10.00	9.05	—	—	6.55	8.21	7.65	10.67	11.19	14.44	8.92	15.42
	幹材径 (m ³)	0.022	0.054	0.045	0.023	—	—	0.018	0.025	0.022	0.020	0.052	0.132	0.032	0.121

位毎の諸量の平均値を表-6に示した。同表より団子山のアカマツについては、やや塚の下側の方が優位と認められるが、他においては優劣は認め難い。また、表-5、6よりマツ類の生育状況は、団子山においては植栽したクロマツよりアカマツの方が優位の兆しが見え、虎渓山においてはクロマツが僅かに優位を保ち、対照区においてはアカマツが優位となる兆しが見える。

5. 山腹工法の評価

土壌の回復状態、植生の生育状況から判断すれば、等高線塚工は積苗工（対照区）の対比においても、塚の上下のマツ類の生育状況においてもその工法の優位は認められないと考えられる。本工法はあくまでも乾燥地帯を想定した工法であり、我が国のような気象条件でかつ急斜面での施工ということを考えて、施工後に塚が埋没してしまうということが起こり、その目的は期待できず、ただ単に水平階段の広い山腹工法に転じてしまっている。したがって、施工後約35年経過した現段階では、積苗工との差は認められないと言える。本調査結果からみると山腹工を施工する場合、その成否はやはり、植生成立基盤を確保することに限るものと考えられる。

6. 山腹工の位置付け

以上のことから本流域の山腹工の位置付けを行うと、まず土壌の回復状態から判断すれば、どの調査区ともA層はまだ薄く、かつ、理化学性・化学性とも良好でなく未熟土と判断できる。やはり良好な土壌が形成されるまでには数10年程度でなく、 $10^2 \sim 10^3$ 年程度の時間が必要となろう。植生の生育状況から見ると、斜面部位で異なるものの、団子山ではアカマツが優位となる兆しが見え、虎渓山においてはクロマツの方が僅かに優位を保ち、対照区ではアカマツが優位となる兆しが見える。すなわち、本流域においては、土壌はまだ未熟なものの自然侵入により植生は遷移しつつあるものと考えられる。

かつて、はげ山であった所が現在植生で被覆されており図-5に示す防災面の機能の表面侵食の防止の効果はあがったと考えられる。一方、本流域を含む東濃地域は近年名古屋市のベッドタウンとしての土地利用の高度化が進んでおり、特に環境面の機能のアメニティーの効果が今後期待され、その期待度に従っての誘導が必要となろう。

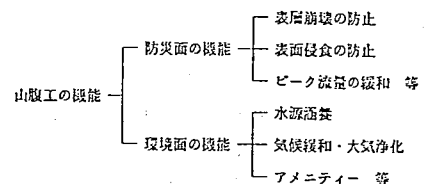


図-5 山腹工の機能