

速報

森林土壌を利用した林道切土法面の吹付緑化*¹下園寿秋*² ・ 長野十郎*³ ・ 内野英一郎*⁴

下園寿秋・長野十郎・内野英一郎：森林土壌を利用した林道切土法面の吹付緑化 九州森林研究 61：131-134, 2008 林道の切土法面において、深さを変えて採取した森林土壌を用いて吹付緑化試験を行った。地表から深さ10cmまでの土壌を吹付けた法面は、シカによる食害を受けていたが、堆積有機物層を吹付けた法面よりも多くの種類が発生し徐々に被覆された。

キーワード：林道、切土法面、吹付緑化、森林土壌、シカ食害

I. はじめに

施工地周辺に自生する植物を比較的容易に法面緑化に使用できる工法として、森林土壌（以下「土壌」）に含まれる埋土種子を利用した吹付法（2）がある。鹿児島県（以下「本県」）でも治山・林道の数カ所で試験事例があるが、緑化の速度が外来種子の吹付けより緩慢で、解決すべき課題が多い（2）。その効果的な吹付方法を確立するため、今回、採取する深さを違えて試験したので、これまでの結果について報告する。

II. 試験地の概要と調査方法

試験地は出水市下大川内に開設されている林道北薩1号線の2006年度開設区間（延長190m）内の切土法面（北緯32度3分14秒、東経130度26分54秒付近）に設けた。法面付近の標高は210m、

表層地質は砂岩及び同優勢互層（1）、方位は北北西～西北西、法面勾配は1：0.8（51.2°）、法長は12～14mである。

当区間は天然生常緑広葉樹林（以下「広葉樹林」）、ヒノキ林、スギ林の3つの森林を通過するため、2006年7月に方形区を各1箇所設置し、階層区分を行い、Braun-Blanquetの被度（7）を調べた。方形区の大きさ等は表-2のとおりである。その後各区の中央付近に吹付けに供する堆積有機物層（以下「A₀層」）を採取する6m×6m区を各1箇所設置し、区内のA₀層を竹製ほうきで掃き集め、48cm×62cmの土のう袋につめて、直ちにセンターへ持ち帰り、そのままスギ林内へ置いた。採取量は広葉樹林5袋、ヒノキ林3袋、スギ林4袋であり、地表面のA層も含まれていた。

工事発注後の2006年9月に吹付用の土壌を採取した。採取直前に広葉樹林を通過する区間で土壌層位を調べたところ、腐植が混ざる暗褐色のA層は地表から深さ15cmまでであったので、広葉樹

表-1. 各試験区の概要

試験区名	対照区		土壌区		A ₀ 区	種子なし区
工法	客土吹付工（2 cm 厚）		種子なし客土吹付工（2 cm 厚） 基盤材に対し30%の表土を混合		種子なし客土吹付工（2 cm 厚） 採取した A ₀ 層を混合	種子なし客土吹付工 （2 cm 厚）
基盤材の量	2,600リットル/100m ²		1,820リットル/100m ²		2,600リットル/100m ²	2,600リットル/100m ²
吹付種	種子量 (kg/100m ²)	発生期待本数	吹付種子の配合なし 森林土壌780リットル/100m ²		吹付種子の配合なし	吹付種子の配合なし
クレーピングレッドフェスク	0.082	600	-		-	-
パーミューダグラス	0.022	600	-		-	-
ホワイトクローバー	0.045	400	-		-	-
ヨモギ	0.055	1,000	-		-	-
メドハギ	0.250	1,000	-		-	-
ヤマハギ	0.491	400	-		-	-
計	0.945	4,000	-		-	-

*¹ Shimozono, H., Nagano, J. and Uchino, E.: Revegetation on cutting slope of forest road by spraying cultivation method using forest soil

*² 鹿児島県森林技術総合センター Kagoshima Pref. For. Tech. Ctr., Kamo, Kagoshima 899-5302

*³ 鹿児島県大隅地域振興局曾於支所 Kagoshima Pref. Osumi Regional Bur. Agri., For. and Fisheries Dept. Soo Branch, Osumi, Kagoshima 899-8102

*⁴ 鹿児島県北薩地域振興局出水支所 Kagoshima Pref. Hokusatsu Regional Bur. Agri., For. and Fisheries Dept. Izumi Branch, Izumi, Kagoshima 899-0202

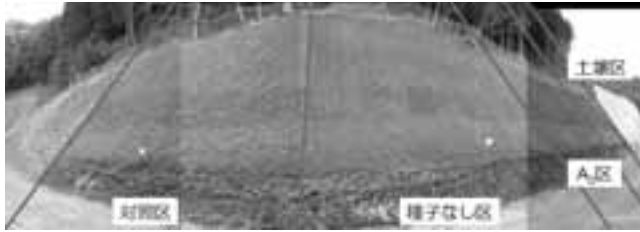


図-1. 試験区の位置

林区間内の地表から深さ10cm までの土壌を吹付用として採取した。スギ、ヒノキ林の林床には岩石が点在していたため採取しなかった。大型バックホウで、下層の土壌が入らないよう色を見極めながら慎重に採取し、大型土のう袋（通称1 t土のう）1袋に入れて、現場内に置いた。この中にはA₀層も含まれていた。

当切土法面の吹付工は、現地調査等により客土吹付工が計画されていた。これはピートモス、バーク堆肥等から成る基盤材(2,600L/100m²)、法面を安定させる接合剤、肥料等に6種の種子を混ぜて吹付ける工法であり、設計上期待される発生期待本数(3)は4,000本/m²である(表-1)。本試験では通常の客土吹付工を吹付けた対照区、基盤材：土壌を7：3の割合で混合し種子なしの客土吹付工を施工した土壌区、基盤材全量と採取したA₀層全量(0.08m³)を混合し吹付けたA₀区、種子なしの客土吹付工のみを施工した種子なし区の4つの試験区を1箇所ずつ設けた(表-1、図-1)。吹付けは2007年3月に施工した。土壌及びA₀層は、すべて現場で篩い機により篩いにかけて細粒化して吹付けた。吹付面積は各区共に100m²程度であった。

吹付けに供した土壌及びA₀層は、一部をセンターに持ち帰り発芽試験を行った。育苗箱(34cm×49cm×9cm)に鹿沼土とさし芽土の1：1の混合土を4cm厚で入れ、その上に土壌を2cm厚で敷き、センター内のハウスに置いた。A₀層についても同様に行い、2回繰り返した。ハウス周辺からの侵入種を把握するため、混合土だけの箱も1箱置いた。かん水は自動で8時30分、11時、14時、17時の1日4回、60秒間行い、2007年10月に出現種別の本数を調べた。

吹付け後、塩ビパイプ(VP-13)で作成し直径3mmのクレモナロープで16等分の基盤目状にした枠内寸法1m四方の方形枠(以下「調査区」)を対照区に1箇所、それ以外の区には2箇所設置した。2007年4月から1ヶ月おきに調査区内の出現種別の本(株)数および被覆率(%), 調査区外の試験区法面に出現する種を調べた。被覆率は目測(7)で調べた。

施工地付近はシカの激害地であり、当林道の既設法面は度重なる食害を受け、ウィーピングラブグラスあるいはメドハギのみの法面や裸地化している箇所もあるため、食害防止のための防獣ネット(福井ファイバーテック社製 SPG-P3085)を試験区に張った。

Ⅲ. 結 果

1. 試験地付近の植生

植生調査結果を表-2に示す。広葉樹林では樹高17~22mのタブノキ、コジイ等が優占し、全部で38種出現した。ヒノキ林では23種、スギ林では28種出現していたが、樹高、種数共に広葉樹林

表-2. 植生調査結果

①天然生常緑広葉樹林 方形区の大きさ：20m×20m 方位：N42° W 傾斜：34° 斜面形：平衡斜面 斜面位置：中部				②ヒノキ林 方形区の大きさ：15m×15m 方位：N80° W 傾斜：34° 斜面形：平衡斜面 斜面位置：中部				③スギ林 方形区の大きさ：15m×15m 方位：S38° E 傾斜：36° 斜面形：平衡斜面 斜面位置：中部			
種名	階 層 区 分	被 覆 率 区 分	被 覆 率 区 分	種名	階 層 区 分	被 覆 率 区 分	被 覆 率 区 分	種名	階 層 区 分	被 覆 率 区 分	被 覆 率 区 分
カゴノキ	B1	1	S +	ヒノキ	B1	4		スギ	B1	4	
キダチニンドウ*	B1	+		シロダモ	S +	H +		シロダモ	B1	+	
コジイ	B1	1		ヒサカキ	S	1	H +	イズセンリョウ	S	1	H +
タブノキ	B1	4	B2	1	ミミズバイ	S +		ホンバタバ	S +	H +	
アラカシ	B2	+	S +	H +	ムラサキシキブ	S +	H +	ヤブツバキ	S +	H +	
クマノミズキ	B2	+		アラカシ	H +			アラカシ	H +		
コバンモチ	B2	+		イズセンリョウ	H +			イズノキ	H +		
サカキ	B2	+	S +	イズビワ	H +			エゴノキ	H +		
ナナミノキ	B2	+		クロキ	H +			サンゴジュ	H +		
ハゼノキ	B2	1	H	シイ属 sp	H +			ノイバラ	H +		
ホンバタバ	B2	+	S +	H +	タブノキ	H +		ハゼノキ	H +		
ムベ*	B2	+		テйкаカズラ*	H +			ハマクサギ	H +		
イズセンリョウ	S +	H +		ネズミモチ	H +			フユイチゴ	H +		
イズビワ	S +			ハマクサギ	H +			イラクサ**	H +		
エゴノキ	S +			バリバリノキ	H +			オオバドメ**	H +		
クスノキ	S +			オオバコ*	H +			オオハンゲ**	H +		
クロキ	S +	H +		オニドコロ**	H +			ガガイモ**	H +		
コバンモチ	S +			ゴマノハグサ**	H +			タチツボスミレ**	H +		
シイモチ	S +			タチツボスミレ**	H +			ナガバヤブマオ**	H +		
シロダモ	S +	H +		チヂミザサ**	H +			ナクリスゲ**	H +		
ネズミモチ	S +	H +		ヤブマオ**	H +			ノササゲ**	H +		
ハマクサギ	S +	H +		ウラジロ***	H	1		チヂミザサ**	H +		
バリバリノキ	S +			ホラシノブ***	H +			マツカゼソウ**	H +		
ヒサカキ	S	1	H +					マムシグサ**	H +		
マンリョウ	S +	H +						ヤマアイ**	H +		
ミミズバイ	S	1	H +					オオイワヒトデ***	H +		
ムラサキシキブ	S +	H +						ナチシダ***	H	1	
ヤブツバキ	S +	H +						ヨゴレイクシダ***	H +		
ヤブニッケイ	S +	H +									
ヤマウルシ	S +										
クマノミズキ	H +										
コショウノキ	H +										
シイ属 sp	H +										
タイミンクチバナ	H +										
テйкаカズラ*	H +										
ユズリハ	H +										
オニドコロ**	H +										
ウラジロ***	H +										
合計38種				合計23種				合計28種			

注1) 天然生広葉樹林 B1：高木層(樹高17m~22m), B2：亜高木層(8m~14m), S：低木層(1.2m~8m), H：草本層(1.2m未満)。
 注2) ヒノキ林 B1：高木層(樹高8m~12m), S：低木層(1.2m~2m), H：草本層(1.2m未満)。
 注3) スギ林 B1：高木層(樹高8m~13m), S：低木層(1.2m~5m), H：草本層(1.2m未満)。
 注4) *：木本性ノキ類, **：草本類, ***：シダ類, その他は木本類。

が高かった。また、森林内でのシカの食害はヒサカキを除き、あまり見られなかった。

2. 発芽試験結果と試験区別法面の出現種組成

2007年10月時点での発芽試験結果を表-3に示す。ハウス周辺からの侵入種はアカカタバミ、タネツケバナ、メヒシバであったので、その本数は除外し、2回繰り返しの平均値を示した。土壌では木本類14種、帰化草本類1種、在来草本類9種の計24種発芽した。うち植生調査で現れたのは木本類4種、在来草本類1種だけであり、陽地に現れる種類が多数を占めた。A₀層では木本類10種、帰化草本類3種、在来草本類14種が発芽し、植生調査でも現れたのは木本類3種、在来草本類1種のみであった。A₀層は3つの森林から採取して混合させたものであるが、森林由来の植物は少なかった。また、発芽本数は土壌では木本類、A₀層では草本類が多く、イズセンリョウ、ヒサカキが土壌、A₀層両方に多く含まれていた。

表-3. 発芽試験結果 (単位: 本)

種名	土壌	A ₀ 層
木本類		
アカメガシワ	1	
イズセンリョウ①②③	12	14
イヌビロ①②	2	1
カラスザンショウ	2	1
キブシ	2	
クサイチゴ		1
クマイチゴ	1	1
ゴンズイ		1
シイ属 sp ①②	1	
ツルウメモドキ	1	
ツルコウゾ	1	
ハマセンダン	4	
バライチゴ	2	2
ヒサカキ①②	43	21
ビロードイチゴ	1	
ホウロクイチゴ		1
ヤブムラサキ	1	1
計	74	44
草本類		
帰化草本		
セイトクアワダチソウ		1
ダンゴボロギク		1
ヨウシュヤマゴボウ	2	1
計	2	3
在来草本		
オカトラノオ	1	1
オニタビラコ	2	1
カキドオシ	1	1
カラムシ		1
ギシギシ		1
コナスビ		2
コミカンソウ		1
タケノグサ		1
チドメグサ	1	2
ナキリスゲ	2	3
ハルノノゲシ	1	
ヒヨドリバナ		1
ヘクソカズラ		2
ヤブヘビイチゴ		1
ヤクシソウ	1	
ヤブマオ②	4	3
ヤマノイモ	1	
計	14	21
合計	90	68

注1) 帰化種の判別は、清水編(4)によったが、史前帰化植物(4)は在来種とした。
 注2) 種名横の①、②、③は表-2の各森林に付した番号であり、その種がどの森林に現れたかを示す

施工後2ヶ月(2007年5月)、4ヶ月(同年7月)、6ヶ月(同年9月)経過での試験区別法面に出現した種類とその数を表-4に示す。各区とも年月の経過と共に種数が増加した。対照区では2ヶ月経過では吹付けた全種が見られたが、4ヶ月経過からシカの食害を受けるようになった。また4ヶ月からはヤマハギが見られなくなった。これはヤマハギ種子の発芽が他の吹付種より遅く、発生本数が少ないため、それにシカの食害が加わり法面からなくなったものと考えられる。土壌区では4ヶ月経過から多くの種類が発生していたが、6ヶ月経過後、発芽試験で確認された24種のうち発生したのは木本類6種、帰化草本1種、在来草本2種と少なかった。しかしながら、種子なし区と比較すると、土壌区での帰化・在来草本は4ヶ月までの短い期間に多くの種類が発生していることから、これらは発芽試験では現れなかったが、土壌に含まれていた可能性が高いと考えられる。A₀区では6ヶ月経過で、発芽試験で確認された27種のうち木本類、帰化・在来草本併せて7種しか発生しなかった。種子なし区では当初は吹付種のみが発生であったが、6ヶ月経過してから侵入種数を増加させていた。どの試験区でも4ヶ月後からシカの食害を受けていた。

表-4. 試験区別に出現した種類とその数

種名	試験区											
	対照区			土壌区			A ₀ 区			種子なし区		
経過年月	2ヶ月	4ヶ月	6ヶ月	2ヶ月	4ヶ月	6ヶ月	2ヶ月	4ヶ月	6ヶ月	2ヶ月	4ヶ月	6ヶ月
木本類												
吹付種												
ヤマハギ	○						○					
出現種数	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
在来種												
アカメガシワ(土)				●	●		●	●				○
イズセンリョウ(土, A ₀)												○
カラスザンショウ(土, A ₀)				○	○	●	○	○	○			○
クマイチゴ(土, A ₀)							○	●	●			
スギ												○
タブノキ												○
タラノキ				○	●	○						●
ツルコウゾ(土)					●	●						
ハマセンダン(土)					○	○			○	○		
ヒサカキ(土, A ₀)									○			
出現種数	0	0	0	2	5	7	2	4	4	0	3	5
草本類												
吹付種												
クレーピングレッドフェスク	○	●	●	○	●	●	○	●	●	○	●	●
パーミューダグラス	○	●	●	○	○	○	○	○	●	○	●	●
ホワイトクローバー	○	●	●	○	○	○	○	○	●	○	●	●
メドハギ	○	●	●	○	○	○	○	○	○			○
ヨモギ	○	●	●	○	●	○	○	●	●	○	●	●
出現種数	5	5	5	4	5	4	4	4	3	3	5	3
帰化種												
オオアレチノギク				○	○			○	○			
オニノゲシ								○				
ダンゴボロギク(A ₀)									○	●		
チチコグサモドキ				○	○	○	○	○	○			○
ニガガシユウ								○				
ノハラムラサキ								○	●			
ベニバナゴボウ				○	○	○			○	●		○
ヨウシュヤマゴボウ(土, A ₀)				○	○	○	○	○	○	○	○	○
出現種数	0	0	1	4	5	5	4	4	5	0	1	3
在来種												
アカネスマレ						●						
イヌクグ						○						○
イヌホオズキ						○			●			○
オニタビラコ(土, A ₀)						○						○
オヒシバ						○	●	●		●		●
カラムシ(A ₀)						○	●	○		●		
ギシギシ(A ₀)								○				
コミカンソウ(A ₀)										○		
コメヒシバ						○	●		●			○
ススキ						○	○					○
チドメグサ(土, A ₀)						○	○		○	○		
ツルマオ								○				
トキワハゼ												○
スカキビ						○						
ハルノノゲシ(土)												○
ベニタデ						●	●					○
メヒシバ						○	○	○		○	○	○
ヤブマオ								○		○		
ヤマノイモ(土)										○		○
出現種数	0	1	1	2	7	14	0	4	9	0	4	9
総出現種数	6	6	7	12	22	30	11	16	21	3	13	20

注1) 帰化種の判別は、清水編(4)によったが、史前帰化植物(4)は在来種とした。
 注2) 表中の○はその時点で出現した種、●は出現したが、シカの食害を受けていた種を示す。
 注3) 種名での(土)は土壌の発芽試験で出現した種、(A₀)はA₀層の試験で出現した種、(土, A₀)は両方から出現した種を示す。

3. 調査区内の成立本数の変化

調査区内に出現した植物の成立本数の変化を、試験区別に表-5に示す。対照区以外の区で吹付種が発生したが、その本数は吹付種に入れた。対照区以外は2調査区の平均値を示した。

対照区での吹付種は2ヶ月経過して最高値に達し、時間の経過とともに減少した。これは自然枯死等より、シカの食害による影響の方が大きく、被食により根まで抜かれた個体も多かった。また発生期待本数に近づくことはなかった。6ヶ月経過して帰化草

表-5. 調査区内に出現した植物の成立本数の変化

経過年数	試験区	出現種区分				合計
		吹付種	帰化草本類	在来草本類	在来木本類	
1ヶ月 (2007年4月)	対照区	525				525
	土壤区					0
	A ₀ 区	1				1
	種子なし区					0
2ヶ月 (2007年5月)	対照区	651				651
	土壤区	10	2		1	13
	A ₀ 区	7		1	1	9
	種子なし区	18				18
3ヶ月 (2007年6月)	対照区	513				513
	土壤区	11	1	1	2	15
	A ₀ 区	9			1	10
	種子なし区	17		1		18
4ヶ月 (2007年7月)	対照区	310				310
	土壤区	11	1	1	3	16
	A ₀ 区	8		1		9
	種子なし区	17		1		18
5ヶ月 (2007年8月)	対照区	207				207
	土壤区	7	1	2	2	12
	A ₀ 区	5		3		8
	種子なし区	7		10	1	18
6ヶ月 (2007年9月)	対照区	175	2			177
	土壤区	2	2	4	2	10
	A ₀ 区	21	2	2	1	26
	種子なし区	22	1	3	1	27

本類が侵入したが、これはギシギシ、ベニバナボロギクであった。土壤区では2ヶ月経過して発生し始めた。当初は吹付種の本数が多かったが、アカメガシワ、カラスザンショウ、カラムシ等が徐々に発生し、6ヶ月経過して在来種の本数の方が多くなった。ここでも吹付種の減少はシカによるものであった。A₀区でも吹付種の本数が多く、在来木本類があまり発生しなかった。種子なし区では3ヶ月経過から発生し始め、在来草本類も多く侵入したが、シカの影響により変動が激しかった。また、発芽試験で多数発生したイズセンリョウ、ヒサカキの2種は試験区ではほとんどなく、土壤区、種子なし区で各1本発生した程度であった。

4. 調査区内の被覆率の変化

調査区内での被覆率の変化を図-2に示す。出現種区分は成立本数と同じであり、対照区以外は2調査区の平均値である。

対照区では3ヶ月経過して被覆率が100%に近くなったが、それ以降食害のため、大幅に率を下げ、半年後には約30%にまで低下した。逆にほかの区では食害は受けてはいるが、徐々に被覆率を増加させていた。各区とも吹付種による被覆が高かったが、帰化・在来草本、在来木本類による被覆率は、6ヶ月経過後では土壤区が一番高かった。A₀区では今後、在来木本類による被覆率の増加が予想された。

IV. 考 察

土壤区、A₀区での出現種は、発芽試験結果とあまり一致しなかったが、発生状況からみると当初から土壤に入っていた可能性が高い種類があった。発芽試験に供した土壤等は約3リットル/1箱しか使用しなかったことから、試験規模が小さく、全ての種を把握できなかったためと考えられ、今後検討する必要がある。

当初土壤より上層にあるA₀層の方が種子が多く効果的と思われたが、土壤区の方が多く発生した。発芽能力のある種子はA₀層だけでなく土壤にも多く含まれているためと考えられる。また、6ヶ月経過後の土壤区での吹付種を除いた被覆率は、法面方位が若干異なるが、シカがいない林道切土法面の土壤吹付試験地での

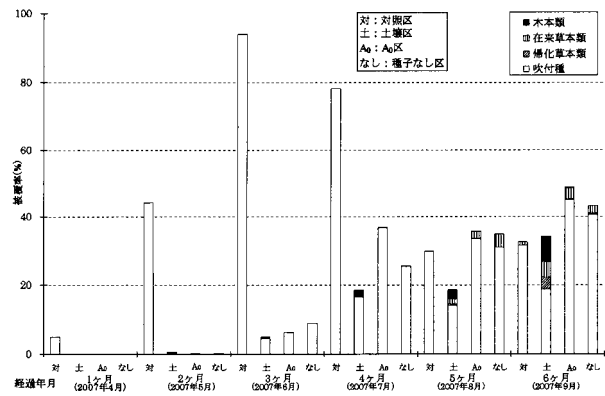


図-2. 調査区内の被覆率(%)の変化

結果(5,6)よりも高かった。埋土種子が多いと予想されるA層だけを慎重に採取したことが一つの要因と考えられる。これまでの試験(5,6)での土壤を吹付けた法面の色は暗褐色ではなく、黄色を帯びていたため、種子がほとんどないと考えられるB層がかなり混入していたものと推察される。

今後も継続して調査していく計画であるが、シカの食害は試験結果にかなり影響した。外来種は牧草類が主体であるため、それを吹付けている対照区法面にはシカが集まりやすいものと考えられる。また、吹付種は、帰化・在来種よりも度重なる食害を受けており、4ヶ月以降の吹付種では、新葉はほとんど見られなかった。これに抜根も加わって、吹付種の本数や被覆率は著しく減少したと考えられる。今回は防獣ネットを張ったが、月日の経過と共にネットの張りに弛みが出て、その箇所からシカが試験法面へ侵入していた。シカ激害地での緑化試験は、その対策の重要性を痛感させられる結果となった。

謝 辞

本試験は、2007年度からは国土交通省の奄美群島振興開発事業森林資源活用調査によるところが大きかった。お世話になった国土交通省、鹿児島県庁及び鹿児島県北薩地域振興局出水支所職員の方々、また、現場の工事関係者の方々に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- (1) 鹿児島県 (1999) 鹿児島県地質図.
- (2) 小林達明ほか編著 (2006) 生物多様性緑化ハンドブック, 187-199, 地人書館, 東京.
- (3) 村井宏ほか編 (1997) 新編 治山・砂防緑化技術, 162pp, ソフトサイエンス社, 東京.
- (4) 清水建美編 (2003) 日本の帰化植物, 11-310, 平凡社, 東京.
- (5) 下園寿秋ほか (2005) 日緑工誌 31: 111-114.
- (6) 下園寿秋ほか (2006) 日緑工誌 32: 203-206.
- (7) 森林立地調査法編集委員会編 (1999) 森林立地調査法, 44-46, 博友社, 東京.

(2007年11月19日受付; 2008年1月4日受理)