

GISによる岩手大学御明神演習林における 地況と林相の特性解析

吉田千恵*・澤口勇雄**・立川史郎***

Analysis of the site condition and the forest type using by GIS
in the Omyojin Experimental Forest of Iwate University

Chie YOSHIDA*, Isao SAWAGUCHI** and Shiro TATSUKAWA***

1. はじめに

御明神演習林における地理情報のGIS (Geographical Information System) 化は、2000年に「岩手大学附属御明神演習林林相図 (1989)」(杉田原図) と森林調査簿を基に構築された(以下、御明神GIS (2000)) (岩手大学農学部附属演習林(2000))。御明神演習林が撮影された高解像度衛星IKONOS画像(加藤, 2007)と御明神演習林GIS (2000)の空間レイヤを重ね合わせたところ、明らかに小班界が画像における林相と一致しない箇所があった。また、御明神GIS (2000)の地図座標をGPS (Global Positioning System)の測位成果や三角点(「点の記」(国土地理院))で検証したところ、正確な座標値を有しているとは言えなかった。本報告では御明神GIS (2000)を更新し、新たに御明神GIS (2008)を構築したので、その経緯についてまとめた。また、御明神GIS (2008)を基に地況や森林分布の特性をGISの精度レベルで明らかにした。なお、御明神演習林における森林分布に関する主要な研究として、戸沢ら(1971)、杉田(1990)、杉田ら(2007)、Sugita(2008)の研究があるが、林相と諸因子との関係について演習林全体を対象に、数量的な解析をした研究はない。

Received January 26, 2010

Accepted April 12, 2010

* 林野庁

** 岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター

*** 岩手大学農学部共生環境課程

II. 材料と方法

御明神GIS (2000) の座標系は東京測地系だったので日本測地系2000 (ITRF94系) による平面直角座標系 (第X系) に変換した (飛田, 2002)。東京測地系を日本測地系2000に変換するためにTKY 2 JGD (国土地理院), 経緯度を平面直角座標系に変換するためにFmapCnv (ESRIジャパン社), XY 2 BL (日本測量協会) を用いた。使用した主要ソフトウェアはArcGIS9.1 (ESRI社) とEARDAS IMAGIN8.7 (Leica社) である。座標変換後の三角点の座標値を「点の記」(国土地理院) で検証したところ10m程度ずれていたため, GCP (Ground Control Point) を用いてアジャストすることで地図座標を修正し, 御明神GIS (2008) の地図ベクタデータとした。GCPはGPS受信機のMobile Mapper Pro (Thales Navigation社) で測位した12点と「点の記 (国土地理院)」から取得した三角点6点の合計18点を使用した。なお, Mobile Mapper Proの測位精度は, 電子基準点による後処理方式で1m以内とされている (Thales Navigation社)。

小班界・林相図の修正は, IKONOS衛星のパンシャープン画像 (2003年9月16日撮影) を基に行なった。IKONOS-Geo画像をRPC (Rational Polynomial Coefficient) とDEM (Digital Elevation Model) (数値地図50mメッシュ (標高) (国土地理院)) を用いて幾何補正した。対象地は2枚に分割されていたので, 幾何補正後にモザイク処理で接合した。幾何補正後のIKONOS画像と御明神GIS (2008) の演習林界がずれていたため, さらに15点のGCP (GPS10点と「点の記 (国土地理院)」の三角点5点) を用いてProjective transformによりIKONOS画像を幾何補正した。幾何補正後, 御明神GIS (2008) とIKONOS画像を重ね合わせ, 画像とずれている小班界, 林相, 路網を手作業で修正し, 伐採跡地を追加した。

御明神GIS (2000) で図化されていない路網は, デジタルコンパスFORMAS (ティンバーテック社) で路線測量し, 起・終点をGPS (eTrex Legend (GARMIN社)) で測位しGISに追加した。また, 御明神GIS (2000) の路網は公道, 林道, 道路の3分類としていたが, 御明神GIS (2008) では公道, 作業林道, 作業路, 歩道の4分類とした。

等高線図は御明神演習林の1/5,000の地形図を基に5m間隔でデジタル化された, 御明神演習林標高データ (DEM) (北海道地図社) からTIN (Triangulated Irregular Network) を作成し, 5mおよび10mコンターを作成した。自動作成されたコンターにはスパイクや捻じれなど明らかに不具合の箇所があったので, 手作業で修正した。

森林分布特性を解析するために, 標高, 傾斜角, 傾斜方向, 谷線からの距離, 地質の6レイヤを作成した。森林の分布状況をクロス集計 (McCoy, J., Jonston K., 2001), 林相に与える各因子の影響度をゾーン統計情報 (McCoy, J., Jonston K., 2001) により解析した。クロス集計に使用した林相および地質はベクタレイヤ, その他はセルサイズ5mのラストレイヤである。ゾーン統計情報は全てセルサイズ5mのラストレイヤとした。

林相レイヤは御明神GIS (2008) の林相図を用いた。林相はヒバを主とする針葉樹林・混交林 (天然林) (以下, (A)), スギを主とする針葉樹林・混交林 (天然林) (以下, (B)), ブナ・サワグルミ・トチノキを主とする広葉樹林 (以下, (C)), コナラ・ミズナラを主とする広葉樹林・混交林 (以下, (D)), アカマツを主とする針葉樹林 (以下, (E)), スギ人工林 (以下, (F)), アカマツ人工林 (以下, (G)) などに13区分されている。それ以外の林相6区分は全体の5%に満たないことから分析対象にしなかった。クロス集計は (A)~(G) の7区分, ゾーン統計情報は人工林の (F), (G) を除く5区分とした。

標高, 傾斜角, 傾斜方向, 谷線からの距離のレイヤはすべて御明神演習林標高データ (北海道地図社) と数値地図50mメッシュ (標高) (国土地理院) のDEMから作成した。御明神演習林標高データは演習林の全ての範囲を網羅していなかったため, 不足分を数値地図50mメッシュ (標高) で補った。この2つの標高データからTINを作成しグリッドに変換しtingridを作成した。その後セルサイズ5mでラスタレイヤ化した。傾斜角および傾斜方向レイヤはtingridからサーフェス解析により作成したセルサイズ5mのラスタレイヤである。谷線は適切な集水域や水の流れなどのデータを作成するためにtingrid内にある微小な凸凹部分を除去し, 流行を計算した後, 累積流量を計算して累積流量値が200セル以上のものを選別して作成した (川崎ら, 2006)。このセルサイズ5mの谷線ラスタから25m間隔で多重バッファを発生させて, 谷線からの距離をラスタレイヤ化した。

地質レイヤは御明神演習林地質図 (多田, 1976) をスキャニング (Canon PIXUS MP610) して, デジタル化したものに位置座標を与えレイヤ化した。

標高, 傾斜角, 傾斜方向, 谷線からの距離, 地質の5因子と林相をクロス集計し, 林相の分布 (実測値) が母集団の分布と適合するか否かを χ^2 検定した。 χ^2 検定の期待値は各因子のカテゴリの面積である。なお, 実測値が期待値と一致しないことは, 林相の分布に特定の傾向があることを示す。ゾーン統計処理はタイル・ポリゴンツール (ESRIジャパン社) で作成したメッシュを利用した。解析に用いたセルサイズは50mで, 総数2,552個についてメッシュごとに各ラスタレイヤの統計情報を得た。統計情報は林相, 傾斜方向, 地質が最頻値, 標高, 傾斜角, 谷線からの距離が平均値である。ゾーン統計情報から林相を目的変数, 標高, 傾斜角, 傾斜方向, 谷線からの距離, 地質の5因子を説明変数として数量化Ⅱ類によって判別分析し, 林相に与える環境要因のウェイトを明らかにした。なお, セルサイズを50mとしたのは数量化Ⅱ類で扱えるサンプル数のソフトウェアでの限界によるものである。このため, メッシュに含まれない演習林境界部は解析対象から除外された。

III. 結果と考察

1. 地況

標高は217～682mの範囲に分布している。平均標高は373mで階級別には標高250～300mの地域が最も多く、400m以下が59%と過半を占め、600m以上は1%に満たない(表-1, 図-1)。

傾斜角は0～59度の範囲にある。平均傾斜角は24度で30～35度が最頻値である(表-2)。10度以下の緩傾斜地が18%、10～20度の中傾斜地が17%、20～30度の急傾斜地が23%、30度以上の急峻地が42%となっている。概して西部は急傾斜地、東部は緩傾斜地が多く広がっている(図-2)。

傾斜方向は東方向の傾斜が31%と最も多く、北、西、南の順に減少する(表-3, 図-3)。谷線からの距離は25mまでが34%で最も多く、50m以下が61%、100m以下が94%となっており、ほとんどの斜面は谷線から100m以内にあった(表-4, 図-4)。

地質は橋場層、舩沢層、坂本川層、男助層、国見峠層、流紋岩、石英安山岩の7カテゴリーである。橋場層と流紋岩が最も多く分布し、両地形で53%を占め、男助層、国見峠層、石英安山岩がそれぞれ10%程度となっている(表-5)。地質の分布には偏りがあり、西部に流紋岩、国見峠層、中央部に男助層、坂本川層、石英安山岩、舩沢層、東部に橋場層が多く分布する(図-5)。

表-1. 標高分布

標高 (m)	割合 (%)
200～250	9.8
250～300	20.7
300～350	11.4
350～400	16.8
400～450	16.6
450～500	13.8
500～550	6.9
550～600	3.2
600～650	0.6
650～700	0.1
合計	100.0

表-2. 傾斜角分布

傾斜角 (度)	割合 (%)
0～5	10.0
5～10	8.3
10～15	8.2
15～20	9.2
20～25	10.2
25～30	13.2
30～35	16.7
35～40	14.9
40～45	7.4
45～50	1.8
50～55	0.2
55～60	0.0
合計	100.0

表-3. 傾斜方向分布

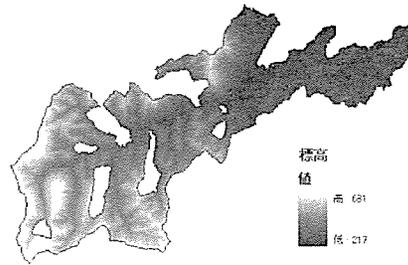
傾斜方向	割合 (%)
平地	0.1
北	27.5
東	30.5
南	17.9
西	24.0
合計	100.0

表-4. 谷線からの距離分布

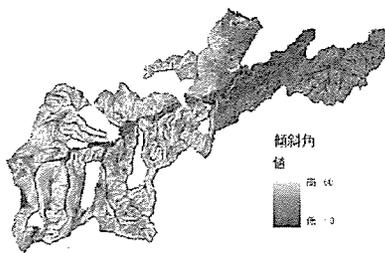
谷線からの距離 (m)	割合 (%)
0～25	33.8
25～50	27.4
50～75	20.7
75～100	11.7
100～125	4.3
125～150	1.4
150～175	0.6
175～200	0.1
合計	100.0

表一五．地質分布

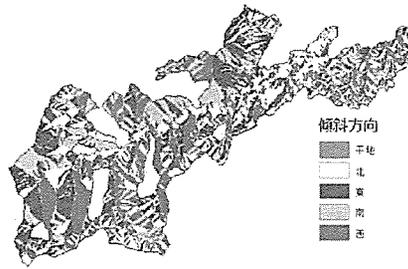
地 質	割 合(%)
升 沢 層	3.8
橋 場 層	27.2
石 英 安 山 岩	9.8
坂 本 川 層	8.6
男 助 層	10.5
国 見 峠 層	13.9
流 紋 岩	26.1
合 計	100.0



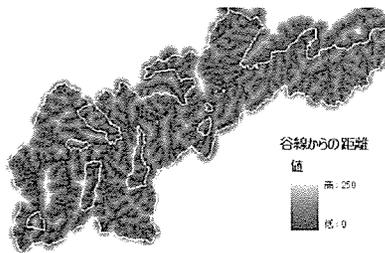
図一．標高レイヤ



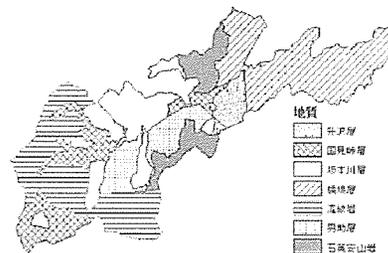
図二．傾斜角レイヤ



図三．傾斜方向レイヤ



図四．谷線からの距離レイヤ



図五．地質レイヤ

2. 林相

林相の構成は天然林が71.8%，人工林が26.7%，その他が1.5%である（表一六）。天然林は（A）が最も多く，天然林の約4割を占めている（図一六）。次に（D）が約2割，（E），（B），（C）と続く。人工林は（F）と（G）がそのほとんどで，この2区分の林相が人工林の9割以上を占めている（図一七）。天然林5区分に（F），（G）を加えた7区分で森林全体の96.4%を占め，その他は全体の5%に満たない。

図一八に林相と標高の関係を示す。 χ^2 検定の結果，標高と林相7区分すべてについて，その分布が同一とみなされないことから，標高と林相には関係があるといえる（表一七）。（A），（B），（C）は標高350～550mに多く，分布傾向が似ている。（A）は400～450mに，（B）と（C）

は450~500mに最も多く分布する。(E)と(G)は標高が低い地域に広がり、250~300mに最も多く分布する。(E)は350m、(G)は400mまでにその9割以上があり、550m以上には分布していない。(D)は250~300mと350~400mに多く出現する。(F)は250~300mをピークに標高が増すにつれて減少する。

図-9に林相と傾斜角の関係を示す。 χ^2 検定の結果、傾斜角と(A)、(E)、(G)の分布が同一でないことから、これらの林相と傾斜角は関係があると言える(表-7)。(A)は傾斜角30~35度に最も多く、30度以上の急傾斜地にその多くが分布している。(E)、(G)は共に傾斜が緩やかな地形に広がり、傾斜角0~5度が最頻で25度までに8割以上が分布する。また、(B)、(C)、(D)、(G)はどの傾斜でも分布割合の変動が小さく、傾斜角の影響を受けていない。

図-10に林相と傾斜方向の関係を示す。 χ^2 検定の結果、傾斜方向と(A)、(C)、(F)、(G)は同一とみなされないことから、傾斜方向とこれら4つの林相は関係ありと認められた(表-7)。(A)は西向き斜面に最も多く分布し、北向き、東向き、南向きの順に減少した。(C)と(F)の分布は東向き斜面に偏り、(G)は北向き斜面が最も多かった。

図-11に林相と谷線からの距離の関係を示す。 χ^2 検定の結果、谷線からの距離と(A)、(F)の分布は同一とみなされないことから、谷線からの距離とこれら二つの林相は関係ありと認められた(表-7)。(F)は谷線から離れるにしたがって急激に減少する傾向が見られ、50m以内に約8割が分布した。これはスギの造林を育成適地である谷線に沿って行なわれた結果だと考えられる。(A)も谷線からの距離が25m以上では(F)ほど顕著ではないが減少した。

図-12に林相の分布と地質の関係を示す。 χ^2 検定の結果、地質は標高と同様に林相7区分すべてについて、その分布は同一とみなされなかったことから、地質と林相には関係ありと認

表-6. 林相の構成

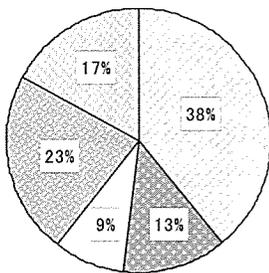
林 相		割合(%)
天然林	ヒバを主とする針葉樹林・混交林(A)	28.2
	スギを主とする針葉樹林・混交林(B)	9.1
	ブナ・サワグルミ・トチノキを主とする広葉樹林(C)	6.1
	コナラ・ミズナラを主とする広葉樹林・混交林(D)	16.2
	アカマツを主とする針葉樹林(E)	12.2
計		71.8
人工林	スギ林(F)	15.6
	アカマツ林(G)	9.1
	カラマツ林	1.1
	その他針葉樹林	0.7
	その他広葉樹林	0.3
計		26.8
その他	除地・未区分	0.5
	伐採跡地	0.0
	牧草地	0.9
計		1.4
合 計		100.0

められた(表-7)。(A)は大部分が流紋岩層に分布,次に男助層,国見峠層にも同程度分布する。(C)も流紋岩層に最も多く分布し,橋場層,舛沢層にはない。(B)は多くが国見峠層と流紋岩層にあり,男助層,坂本川層,石英安山岩にも分布している。(E)と(G)は橋場層に最も多く,流紋岩には分布しない。特に(E)ではその9割以上が橋場層で,残りは石英安山岩,坂本川層,舛沢層に分布する。(D)と(F)はすべての地質に分布している。

表-7. χ^2 検定結果

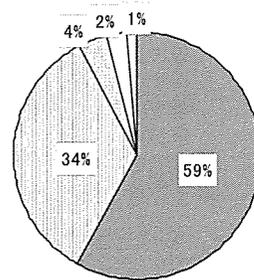
林相	標高		傾斜角		傾斜方向		谷線からの距離		地質	
	χ^2 値	判定								
(A)	142.22	**	74.29	**	27.06	**	25.16	**	201.61	**
(B)	89.83	**	14.87	**	2.86	*	1.43	*	128.50	**
(C)	56.46	**	11.64	*	24.61	**	8.43	*	62.81	**
(D)	25.65	**	2.49	*	6.87	*	1.14	*	179.37	**
(E)	226.56	**	88.88	**	5.39	*	3.97	*	253.41	**
(F)	46.74	**	4.26	*	10.19	*	27.28	**	46.47	**
(G)	128.88	**	91.21	**	16.68	**	1.74	*	158.88	**

有意水準**, 0.01;*, 0.05



□(A) □(B) □(C) □(D) □(E)

図-6. 天然林の構成



■(F) □(G) □カラマツ林 □その他針葉林 □その他広葉樹林

図-7. 人工林の構成

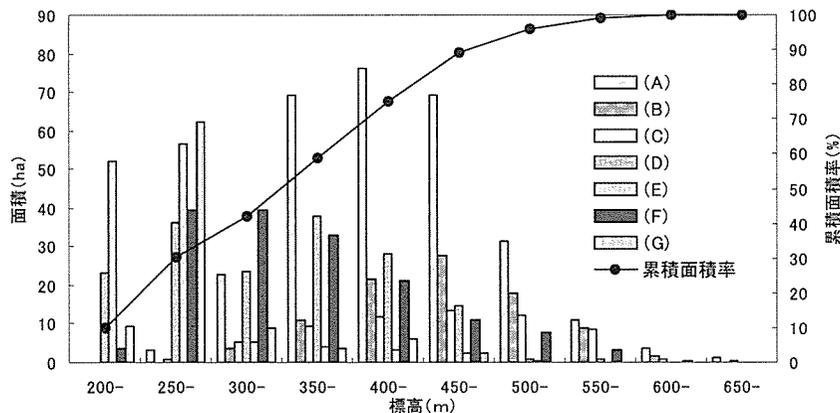
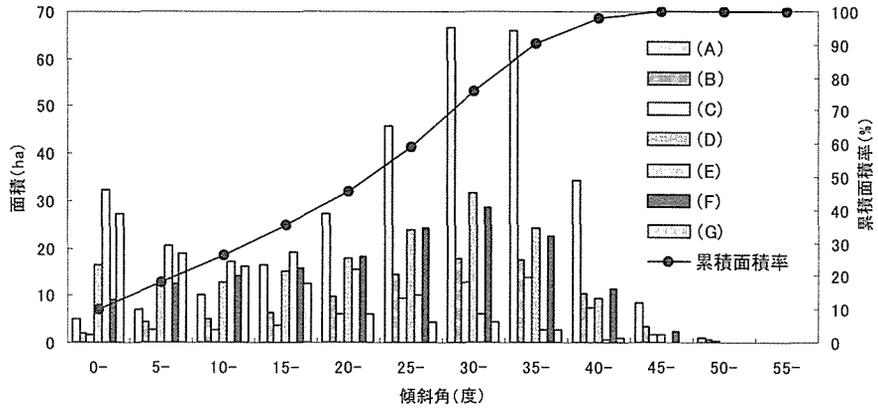
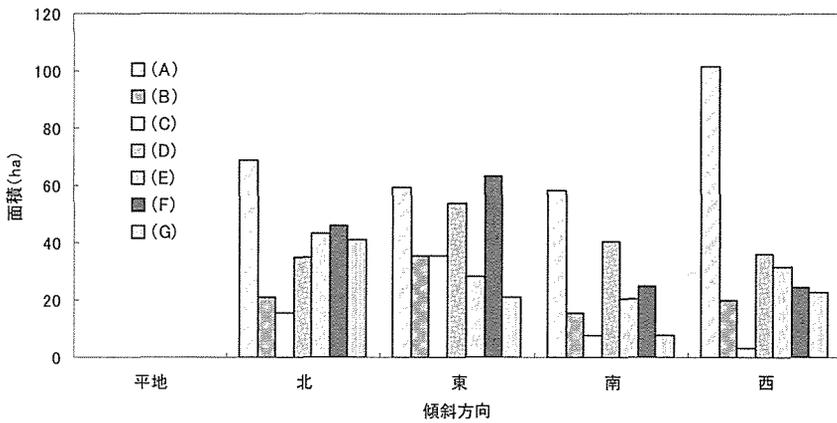


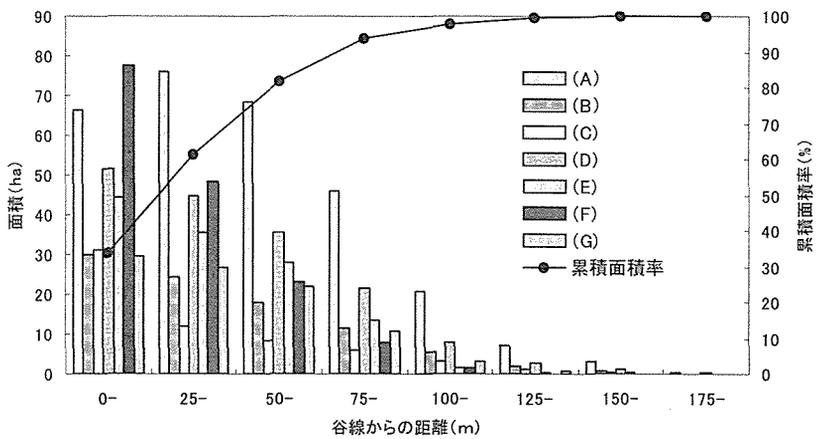
図-8. 林相と標高の関係



図一 9. 林相と傾斜角の関係



図一 10. 林相と傾斜方向の関係



図一 11. 林相と谷線からの距離の関係

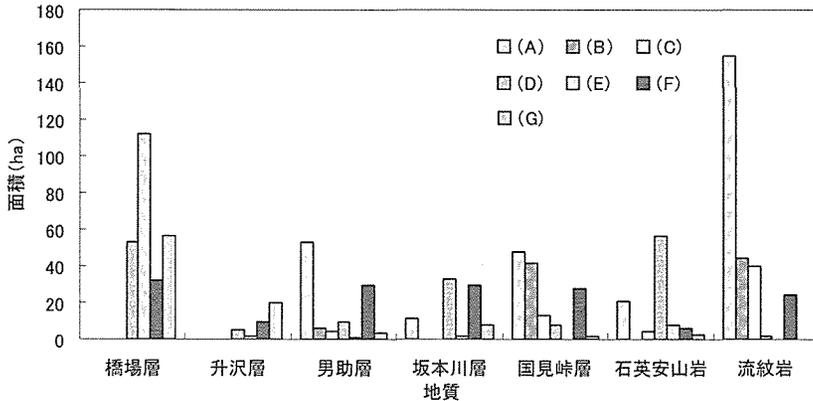


図-12. 林相と地質の関係

3. 林相に与える因子の影響

表-8に林相に与える因子の影響を数量化Ⅱ類で分析した結果を示す。スコア、レンジ、単相関係数、偏相関変数は相関比が0.82で最も大きい値をとった1軸を用いた。

地質はレンジ (1.963)、単相関係数 ($r=0.894$)、偏相関係数 ($r=0.729$) でいずれも最大だった。標高はレンジ (0.649)、単相関係数 ($r=0.764$)、偏相関係数 ($r=0.259$) で、地質に次いで林相に影響を与える因子として抽出された。

数量化Ⅱ類の結果からは地質のウェイトが最も大きいとされたが、地質と標高を χ^2 検定した結果、地質は標高と関係があった(表-9)。図-13に標高別の地質割合を示す。標高が低い地域に橋場層が多く、高標高になるにつれて流紋岩が増加するなど、標高と地質の分布には密接な関係がある。この結果から、御明神演習林の森林分布特性は標高によって規定されていると考えることを支持する。しかし、このことは人里からの距離によって指標される、人為攪

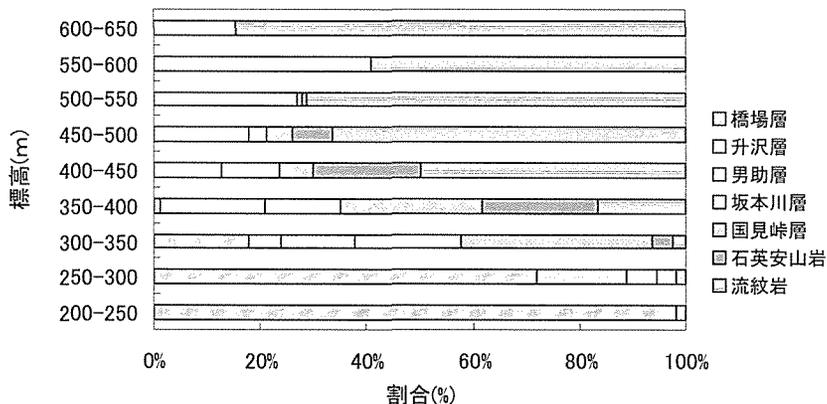


図-13. 標高と地質の割合

表一 8. 林相に与える因子の影響

アイテム	カテゴリー	サンプル数	スコア	レンジ	単相関係数	偏相関係数
標高	200~250	250	-0.403	0.649	0.764	0.259
	250~300	341	-0.346			
	300~350	225	-0.073			
	350~400	480	0.087			
	400~450	523	0.130			
	450~500	422	0.128			
	500~550	221	0.223			
	550~600	78	0.246			
	600~650	12	0.245			
傾斜角	0~10	352	0.009	0.435	0.064	0.085
	10~20	360	0.007			
	20~30	615	-0.024			
	30~40	901	-0.021			
	40~50	316	0.080			
	50~60	8	0.411			
傾斜方向	平地	1	-0.224	0.297	-0.011	0.154
	北	631	0.073			
	東	734	-0.032			
	南	504	-0.124			
	西	682	0.059			
谷線からの距離	0~50	1,536	0.037	0.235	-0.089	0.110
	50~100	855	-0.035			
	100~150	146	-0.163			
	150~200	15	-0.198			
地質	橋場層	568	-1.255	1.963	0.894	0.729
	升沢層	27	-0.884			
	男助層	388	0.658			
	坂本川層	150	-0.587			
	国見峠層	288	-0.635			
	石英安山岩	261	0.522			
	流紋岩	870	0.708			

乱の高い寄与を否定するものではない。杉田 (1990) は御明神演習林の天然生林を大きく 3 タイプ (①ヒバ・ブナ・トチノキ林: 山岳域の上流部, ②コナラ・ミズナラ林: 山岳域のうち比較的人里付近, ③アカマツ林: 丘陵域) に分類している。これを林相と標高の関係で表すと, 天然林の林相を 3 タイプ ((A), (B), (C) が標高400~500m付近に偏って分布, (D) が250~300mと350~400mに多く分布, (E) が標高300m以下に多く分布) に分類でき, 杉田(1990)の報告が標高から確認された。

引用文献

- 岩手大学農学部附属演習林 (2000) 御明神演習林 第1次森林管理計画書. 50pp.
- 加藤正人 (2007) 改訂 森林リモートセンシング—基礎から応用まで—. 358pp, 日本林業調査会, 東京.
- 川崎昭如, 吉田聡 (2006) 図解! ArcGIS Part 2 GIS実践にむけてのステップアップ.

- 174pp, 古今書院, 東京.
- 杉田久志 (1990) 岩手大学御明神演習林の天然生林 I. 優占種による林型の区分. 岩大演報 21 : 33-54.
- 杉田久志・高橋健保・高橋良一(2007) 岩手大学御明神演習林における主要樹種の分布図. 岩大演報 38 : 81-104.
- Sugita H, Kunisaki T, Takahashi T and Takahashi R (2008) Effects of previous forest types and site conditions on species composition and abundance of naturally regenerated trees in young *Cryptomeria japonica* plantations in northern Japan. Journal of Forest Research 13 : 155-164.
- 多田元彦 (1976) 岩手大学農学部附属御明神演習林の地形と地質について. 岩大演報 7 : 1-14.
- 飛田幹男 (2002) 世界測地系と座標変換. 174pp, 日本測量協会, 東京.
- 戸沢俊治・白井啓史・千葉宗男・永野正造 (1971) 御明神演習林の植物 I. 樹木目録. 岩大演報 3 : 57-85.