

特別講演

今後の路網・作業システムのあり方

東京大学教授
酒井 秀夫



はじめに

ご承知のように、農林水産省は、平成 21 年 12 月 25 日に、今後 10 年間を目途に、路網の整備、森林施業の集約化及び必要な人材育成を軸として、「森林・林業再生プラン」を作成・公表し、昨年 11 月 30 日に各検討委員会の最終とりまとめがなされました。路網・作業システム検討委員会のとりまとめにおいて、林道、林業専用道、森林作業道の位置づけがなされ、地形の傾斜ごとにそれぞれの整備目標が提示され、それぞれを一体的かつ有機的に整備し、バランスのとれた合理的な路網を構築し、林業の生産性を向上させていくこととなりました。

林業専用道、森林作業道の作設に当たっては、地域における地形・地質、土質や技術的蓄積を踏まえた創意工夫の下に、作設費用を抑えて丈夫で簡易な構造であるとともに、木材の搬出量や輸送経路を十分に考慮した上で経済性を確保し、配置していかなければなりません。路網計画は施工方法の選択とともに、全体の総合的な配置が大事です。最も低コストな道は、長期にわたってよく使われ、こわれぬ道です。高コストな道は、使われない道でこわれる道です。こわれて人命にかかわる災害を起こしたら、それこそマイナス面ははかりしれません。

ここではまず、日本の地質の特色とそれに適した道づくりを述べ、災害も考慮に入れた道づくりを考えてみることにします。

日本の地質の特色と道づくり—付加体—

かつてユーラシア大陸太平洋沿岸には無数の河口があり、大量の土砂が運びこまれ、海底に堆積

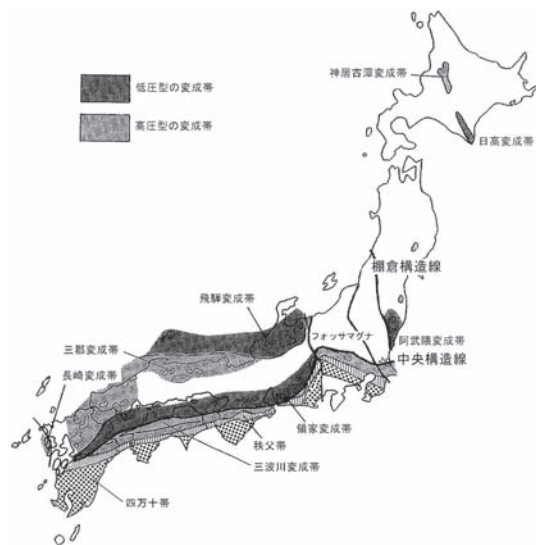


図1 日本列島の変成帯 (出典：斎藤靖二『新装ワイド版 日本列島の生き立ちを読む』を改編)

していました。日本列島は、このユーラシア大陸の東端の一部でした。白亜紀(約 6500 万年前)に、ユーラシア大陸の東端が割れて日本海が誕生し、今の西南日本と東北日本がそれぞれ別個に大陸から分離し、太平洋上で合体し、日本列島の骨格が形成されました⁴⁾(図1)。これにフィリピン海プレートの伊豆半島が衝突してきています。西南日本と東北日本の境のフォッサマグナの周囲は、押し合って隆起しながら一方で崩れ、その衝突のエネルギーは日本列島に無数の破砕帯を生んでいます。

海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込む際に、海洋プレート上の堆積物が海洋プレートから剥ぎ取られて大陸プレートに付加していくと考え

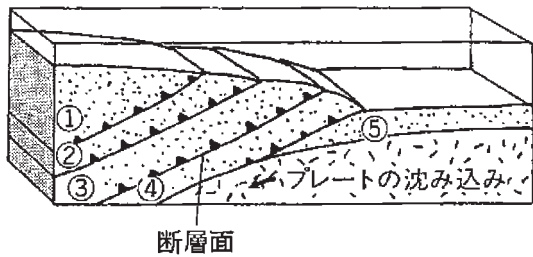


図2 付加体 (出典：斎藤靖二『新装ワイド版 日本列島の生い立ちを読む』)

①、②の順に地層が古い。

られています⁵⁾。これを付加体と呼びます(図2)。付加体では、地層の方向が傾斜し、古い地層の下に新しい地層がもぐりこんでいます。日本列島全体が付加体であるという見方もあります。海洋プレートに乗って、サンゴ礁が変成した石灰岩や、海底火山の溶岩が海底で冷えた枕状溶岩、海溝に降り積もったプランクトンが珪酸質となったチャートなど、いろいろなものが運ばれてきて、大陸プレートに付加されています。

これに新生代の火山活動として花崗岩質のマグマが貫入し、熱変成岩を生み、母岩は粘土化したり、花崗岩はマサ化しています。地表には火山灰が降り積もっています。この花綱列島にアジアモンスーンがぶつかり、多量の雨をもたらし、台風の通り道ともなっています。

ユーラシア大陸沿岸の名残をとどめて、日本列島には各種の変成帯が東西に走っています(図1)。大きな断層の中央構造線が、九州から愛媛、徳島を通り、吉野、松阪を横切り、天竜川流域を北上して諏訪湖に至り、三波川という神流川支流の群馬県藤岡、長瀬を通過して霞ヶ浦に抜けています。いずれも名だたる林業地です。途中の大きな屈曲は、フィリピン海プレートの衝突によるものです。

中央構造線の南を、中生代白亜紀に低温高压型変成を受けた三波川変成帯が走っています。三波川変成帯は、大陸プレートに引きずり込まれた深いところで変成作用を受けていたものが、南側からの付加体によって下から押し上げられて、地上

に上がっていると考えられています⁵⁾。したがって、例えば、愛媛県と群馬県の三波川帯では、遠く離れていても、薄くはがれやすい結晶片岩が出てくるというように、道づくりも共通点が多いはずです。

三波川変成帯の南を秩父帯が平行して走っています。以前は古生層とされていましたが、母体は中生代で、そこに海洋プレートに乗って運ばれてきた古生代の石灰岩などの付加体がささっています。秩父帯は、海底で再堆積して地上で変成風化作用を受け、転石交じりで土はさらさらして林木の生育には適しています。道を作設しやすいですが、大雨が降ると土が水をたくさん含んで、高い土圧に耐えきれずに円弧滑りが生じ、ときには大規模な山体の崩壊を引き起こしたりします。山麓の高い切土のり面は、円弧すべりの誘因ともなります。

秩父帯の南を走る四万十帯は、付加体の性質をよく残し、地層が斜めに縦に走り、盛土ができません。そのかわり、堆積岩由来のれき質で、粘土もそこそこ含まれているので、転圧すればしっかりかみ合います。そこで、一度深く床掘りして、全幅員にわたって盛土しなおす全盛工法が四万十町で考え出されました。一般に路体が地山と盛土に分かれているところを車両が通過すると、盛土側が沈下しやすいですが、全盛工法では、支持力が左右均等であるというメリットがあります。

しかし、この工法を火山灰地に適用するとすると、話は違ってきます。火山放出物は、地中から大気中に放出されたときに、無数の空隙ができます。それが何万年もかかって堆積したものを一度ほぐすと、なかなか転圧が利きません。また、孔隙が多いので、一度水を含むとなかなか排水ができません。そこで道の作設は晴天続きを選ばなければなりません。火山灰地でも、山腹の遷急点(タナ)を見つけて、そこに路線を通せば安定した道ができます。

関東ロームも黒ボク(黒色森林土)も火山灰由来なので性質は似ています。火山灰地の道は、火山灰の積もり方、深さによって作り方がちがって

きます。現在の技術では、走行させる車両の足回りや重量も勘案して、場合分けしながら対症療法で作設することになると思います。黒ボクは、浅ければ表土の黒ボクを剥ぐのも確実な方法です。50～60cmの敷き砂利をするのが教科書的な作り方ですが、敷き砂利を安く入手できることが条件となります。

受け盤と流れ盤—傾動地形—

路網を作設するとき、受け盤の地区に作設することが推奨され、流れ盤はできれば避けるように言われています。しかし、受け盤、流れ盤を計画時に見極めるにはどうしたらよいでしょうか。

日本列島が付加体からできていることを前提に考えると、太平洋側に行くほど骨格が新しく、地層は太平洋側が立って日本海側に向けて低くなる傾向を示しています。四万十帯はこの傾向が顕著



図5 流れ盤の路線



図6 四万十帯の斜面

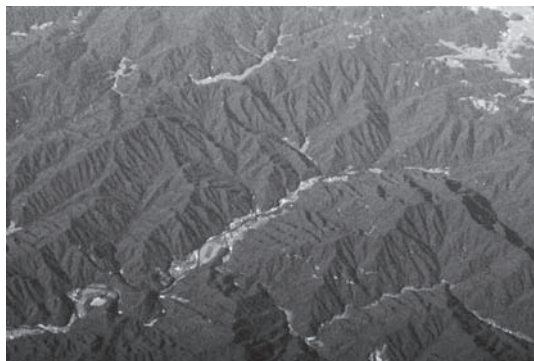


図3 傾動地形（東海地方を見る。しわの多い南側（下側）が受け盤）



図4 受け盤の路線

です。そして、南側が受け盤になっていて、反対側は流れ盤になっています。空から見ると顕著です(図3)。こういう傾動地形の法則性があります。ただし、東北日本は、過去に一度海中に没しているので、地形が丘陵のようになだらかです。

受け盤側の路線は安定していますが、山腹は皺が多く、路線の屈曲が繰り返されます。流れ盤側の斜面はのっぺらしていて、道を入れたくなりますが、地すべり地帯に入っていたり、いざ施工をすると、盛土がしにくく、切土のり面は崩れやすいので、要注意です。流れ盤側の路線は、いつまでも切土のり面が安定せず、林業の儲けを維持管理費に食われてしまいかねません。受け盤、流れ盤がある地域では、全体の路網配置をどう行うか、あるいはどのような施工を行うかは、作業システムとも関連して非常に重要です。図4、5は天竜川北岸の古い地層ですが、南側斜面が受け盤、反対側が流れ盤となっているところです。ここでは流れ盤斜面の切土のり面の高さが低いので、問題はないですが、傾斜が急なところで高い切土にす

ると、崩落の危険が高まります。

ここで例題を示します。図6は四万十帯の北側にあたる斜面です。地盤のしっかりしている尾根をうまく利用して林道が開設されています(矢印)、丸で囲んだ地域は流れ盤で、おそらく地下の斜めの粘土層などを伝った水が南側の斜面からも浸透、供給され、過去に大規模な円弧すべりをした跡が見られます。ここに高密路網を作設したら、いくら盛土に工作物を作っても危険です。とくに下部の森林所有者が高い切土高の道をつくったら、大雨のときに切土のり面に大きな土圧が発生して、林地全体が崩壊し、下流に甚大な災害を引き起こしかねません。四万十帯の北斜面や秩父帯では、道づくりは慎重に行わなければなりません。

路網の新たな危険地帯

もう一つ、日本の路網作設で問題点は、火山国であるがゆえに、花崗岩があってマサ化しているところがあることです。とくに中国、近畿、中部地方です。マサに火山灰がかぶる斜面では低密度土層の脆弱層ができやすく、表層崩壊の危険箇所です^{2),3)}。また、鳥取県林業試験場によれば、尾根に近い斜面上部の表層土が厚い箇所は、道の有無に関わらず表層崩壊しやすい箇所です。

昨年7月の広島県庄原市の豪雨災害は千数百年に一度の災害といわれました。東日本を襲った今回の津波も貞観(869年)以来といわれ、1000年に一度級の大災害が続けて起こりました。

排水は安定している尾根部ということがセオリーになっていますが、2000年の鳥取県西部地震の調査から、震度5程度の地震を経験した地域では、尾根部に亀裂が存在している危険性が指摘されており¹⁾、今回の東日本大震災でも尾根に亀裂が入っている可能性があります。これから梅雨や台風などが心配です。

切捨て間伐で林地残材があると、マサや火山灰がくずれてせき止められたりすると小さな土砂ダムができ、決壊すると林業が土石流などの災害の元凶になってしまいます。防災の見地からは、で

きれば伐り倒した材はすべて搬出して利用したいものです。

路網を正しく普及させるには

林業を行うにあたって、路網がインフラになることに異論はないと思います。しかし、無理してむやみに無計画に道を入れて、路面から土砂が流出したり、間伐遅れの林分を急激に高い伐採率で間伐し、しかも残存木に傷をたくさんつけたりすれば、逆に山を荒らしてしまいます。あるいは図6のような危険な箇所に安易な工法で道を入れると、大きな土砂災害を引き起こしかねません。

では、どういうところにどういう道を入れ、どこに道を入れたら危ないか。まずはこの路網づくりの相談窓口やプラットフォームを作ることが必要ではないかと思います。技術の背景を理解せずに、見よう見まねで道をつくることは危険なことです。工法が誕生した由来や経緯、その土地の自然条件をよく理解して、土質やその場の排水に適した工法を選択して作設する必要があります。将来、上記の同じ地質構造ごとに路網作設研究会のようなものが生まれて技術開発したり、情報共有する必要があるかと思います。

また、急峻な林地の路網開設は、だれでもすぐできるものではありません。計画と施工の両方において高い技術が求められます。基礎を経験者にしっかり習わなければなりません。場所をよく選定して道を入れるようにし、道づくりが現在の技術レベルをこえるような難所では無理して道は入れないことです。道づくりの普及にはまず基礎を普及させることが必要です。基礎ができれば、今度は地域の実情や林業の成熟度にあわせて応用が必要です。排水先の例をあげましたが、今回の震災を契機に、応用力がより必要な新しい段階に入ったといえます。

車両の大形化や輸送力強化に伴い、路体の耐荷重や経年変化の検討、技術開発が必要になってきました。路体強度に関して、科学的検証が課題となっています。

また、森林作業道などの路網をしばらく使用し

ない場合は、水切りを十分行って、枝条を路面に敷き詰めるなどの、養生技術の検討も必要です。

作業システムの課題

林地傾斜にあわせた物理的に無理のない幅員を前提に、集材の生産性や車両の積載量と運材距離、路網開設の費用対効果を考慮した路網配置をし、山元の木材搬出作業の生産性を上げて搬出コストを下げ、受け入れ準備の整っている川下に低コストで木材を搬入することが大きな課題です。森林作業道網を整備すると同時に、高能率輸送が可能なトラック道（林道、林業専用道）を流域や団地のどこまで上げられるか、ロジスティクスサポートの観点からも流域単位での整備が求められます。そのためには、既存の路網を見直し、今まで開設してきた林道も、森林作業道による林内への入り口を確保したりするなどの再点検をする必要があります。大規模工場向けの中間大形土場や、長材を工場まで短距離輸送することも検討の余地があります。林業、林産業の底上げを同時にしていくことが求められています。そのためのコーディネータの育成も必要です。

森林資源の有効利用を達成するには、全幹・全木システムを確立することが必要です。これを可能にするスキッドやタワーヤードのシステムが日本では頓挫していました。全幹・全木システムがないために、プロセッサを活かすことができない、歩留まりが上がらない、低質材利用がすすまないといった事態になっています。間伐材のような細かい長材の木寄せにウィンチシステムは有効です。農家林家の方が、ウィンチで路端まで集材しておき、チップ業者が買い取っていくシステムも考えられます。そのためには、チップ専門業者を育成し、団地化集約化施業の際に、末木枝条の集荷圏を確立したりすることなども考えられます。

上記の路網と作業システムを実行に移していくには、地域のモデルを示しながら、林業の視点から林道や森林作業道の路線選定ができる技術者をまずは育成する必要があります。

おわりに

今回の東日本大震災を契機に、エネルギーのあり方、土地利用や日本の産業構造、流通機構、生活様式など、すべてにわたって見直し点検をせまられました。災害が起きたときに、人災か天災かをまず考えなければなりません。路線選定や施工の選択を適切に行い、実行ミスをなくすようにして極力人災をゼロにし、道づくりでの防災機能を高めていかなければなりません。

末筆になりましたが、東日本大震災で亡くなられた方々のご冥福と被災されました方々の1日も早い復興を祈念いたし、林業からの復興支援、さらには社会貢献を考えていきたいと思えます。

文献

- 1) 小山 敢・藤田 亮 (2008)、鳥取県西部地震の影響が残る地域で発生した豪雨災害の特徴、林道 443：8～13。
- 2) 小山 敢・三森利昭・落合博貴・奥村武信・本田尚正 (2005)、風化花崗岩斜面の表層崩壊発生に関与する脆弱層、日林誌 87：304～312。
- 3) 小山 敢・西郡彩葉・三森利昭・落合博貴・奥村武信・本田尚正 (2005)、風化花崗岩斜面の表層崩壊発生に関与するコラプス沈下、日林誌 87：457～464。
- 4) 斎藤靖二 (2007)、新装ワイド版 日本列島の生い立ちを読む、156p、岩波書店。
- 5) 平 朝彦 (1990)、日本列島の誕生、226p、岩波新書。