

越後平野のルーツをさぐる ～信濃川がつくった越後平野～

日 時：平成19年6月26日（火）13:30～15:30

場 所：パストラル長岡・扇の間（長岡市）

ゲスト：小林巖雄氏（新潟大学名誉教授・理学博士）

赤羽貞幸氏（信州大学教育学部教授・理学博士）

ホスト：豊口 協氏（長岡造形大学理事長）

（司 会）：皆様たいへんお待たせいたしました。

只今より、「われら信濃川を愛する『信濃川自由大学』」を開校いたします。

本日はお忙しい中、ご来場いただきまして、誠にありがとうございます。私、本日の司会進行を務めさせていただきます石濱里奈と申します。どうぞよろしくお願い致します。

「信濃川自由大学」は信濃川の自然や歴史など、その魅力を広く地域の方々に知っていただくために開校し、毎回信濃川にゆかりのあるゲストの方々からさまざまなお話をお聞きいたしております。本年度は今回を第1回目として、全4回の開催を予定いたしております。今回のテーマは、「地形・地質」、その後、「気象」、「利水」、「治水」とし、会場はこの長岡、次に新潟、長岡、新潟の順で開催いたします。ぜひご参加いただきたいと思っております。

なお今後のスケジュールおよび過去の講座に関しましては、「信濃川自由大学」のウェブページで議事録を公開いたしております。お手元の資料にアドレスが記載してございますので、こちらからご覧いただきたいと思っております。

それではさっそく第1回講座に移らせていただきます。

今回の講座テーマは「越後平野のルーツを探る～信濃川が作った越後平野～」です。本日はゲストスピーカーに新潟大学名誉教授で理学博士の小林巖雄（こばやし・いわお）先生、信州大学教育学部教授で理学博士の赤羽貞幸（あかはね・さだゆき）先生をお迎えいたしております。ホストは豊口協（とよぐち・きょう）長岡造形大学理事長が務めてまいります。それではここで先生がたのプロフィール、私からご紹介させていただきます。

小林巖雄先生は東京都ご出身です。1959年東京教育大学理学部卒業後、1964年同大学大学院理学研究科博士課程を修了、1970年新潟大学理学部助教授、その後、教授を経て、2002年新潟大学名誉教授に就任され、現在は新潟応用地質研究会会長や、石油の世界館の友の会会長を務められるとともに、平野盆地・平野地形の研究の執筆にも携わっていらっしゃいます。研究分野は新生代地質学、古生物学です。

続いて、信州大学教育学部教授理学博士赤羽貞幸先生は、長野県上伊那郡辰野町ご出身です。1969年信州大学教育学部卒業後、1971年金沢大学理学研究科修了、1980年理学博士を名古屋大学にて修得後、2001年信州大学教育学部附属松本小学校校長に就任、さらに2002年信州大学評議員、2003年からは信州大学教育学部学部長としてご活躍されました。研究分野は地質学・層位学および構造地質学・第四紀学・環境地質学。現在の研究課題は、長野、飯山盆地など内陸盆地の形成史に関する研究、北部フォッサマグナ地域における新

生代の地質構造発達史、シリアやインドネシアの遺跡環境復元にかかわる研究などを行なっておられます。

最後に豊口協先生をご紹介させていただきます。昭和8年東京都ご出身、昭和38年豊口デザイン研究所入所、昭和52年同社長就任。さらにこの間、昭和43年東京造形大学助教授、教授、技術センター所長を経て昭和59年から平成4年まで東京造形大学学長に就任。平成6年に長岡造形大学学長に就任。現在は理事長としてご活躍中です。このほかにもGマーク審議委員会会長、信濃川では大河津可動堰改築検討委員会委員などを歴任、作品といたしましては昭和45年大阪万博博覧会の電気通信館、昭和60年のつくば国際科学技術博覧会の東芝館など、さらに皆様ご存知の長岡花火ネクタイのデザインから、世界のデザインへと幅広くご活躍中です。

それでは小林先生、赤羽先生、豊口先生をお迎えいたしたいと思います。皆様大きな拍手でお迎えくださいませ。それではどうぞ。それではここからの進行は豊口先生にお願いいたします。豊口先生よろしくお願い致します。

(豊口)：それでは時間ももったいないので早速入りたいと思います。今日お手元にお渡しした資料がございます。これを見ていただきますと、いろいろな夢が生まれてまいります。信濃川がいつ生まれてそして将来どういう川になっていくのか、この信濃川の一生がまのあたりに浮かんでまいります。2000万年前に信濃川のもとになった、日本の島が生まれたということが、研究結果出ております。その後200万年前から信濃川が生まれ始めているということでございます。空から見た地図を見ますと、最初に扇状地ができて、水があふれて、そこで一つの洪水を支えるような地帯ができて、そして三角州が生まれてくる。そういう課程の中で信濃川が生まれたわけでありましてけれども、どうして信濃川が日本海に流れて行かなかったのか、犀川がどうして日本海に流れないで、こちらに流れてきたのか。信濃川の源流に行きますと、3本の川が流れております。一本は南に行って、一本は東に、そしてもう一本は北に行っている。それがなぜそうなったのかということも非常に不思議な状況です。さらに時が流れて2万年ほど昔、この信濃川の下流地帯に大きな土地が生まれました。そしてその生まれた土地に人が住んで、縄文時代が始まったんだそうです。そしてその縄文時代が始まった段階で、人々が住み始め、われらが誇る信濃川の流域にしかない火焰土器が生まれた。そしてさらに時が流れて大河津分水というすばらしい人工的な治水工事が完成いたしました。ところがいろいろ研究成果を拝見しておりますと、大河津分水ができたことによって、寺泊の日本海に大きな土地ができた。すばらしいなと喜んではいけなそうでありまして、実は大河津分水から下流の方は、地盤沈下を始めているのだそうです。そういうわけで、将来、何万年か何十万年か過ぎますと、大河津分水から下流の方は、鳥屋野潟みたいになってしまうのではないかなと恐れもあります。その辺を世界的な研究されたお二人、成果をあげられた方々でございしますが、我々が夢をぜひ明らかにしていただきたいと、考えております。

赤羽先生には、最初の源流ができたころのお話から入っていただきまして、我々が今住んでいる地帯のお話、小林先生につないでいただくという形で進めさせていただきたいと思います。それではさっそくですけれども、赤羽先生、そのあたりからお話をお進め頂ければと思います。

(赤羽)：ただいまご紹介いただきました信州大学の赤羽でございます。よろしくお願

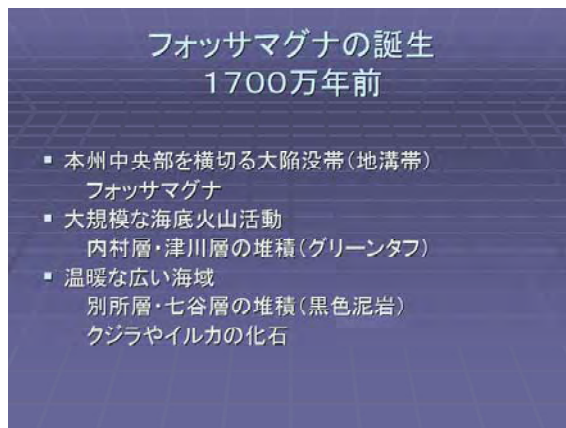
いたします。

それではパワーポイントを使いまして、お手元にも資料がありますので又あとで見てくださいとしまして、最初に、フォッサマグナの誕生から信濃川の誕生までということで、非常に概略でありますがお話を進めたいと思います。

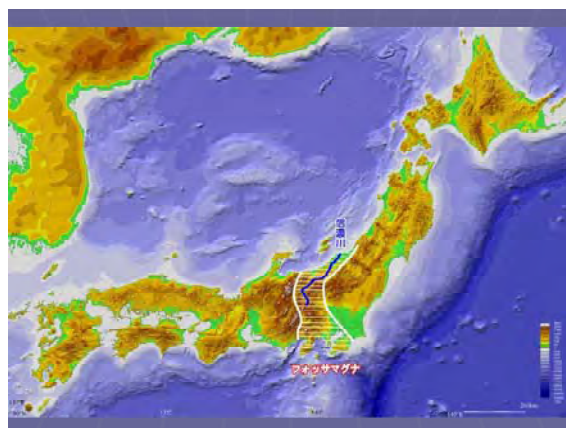
まず、フォッサマグナの誕生ということなんですが、今から1700万年前後と言われておりまして、このフォッサマグナという名前は、どこかで聞いたことがあるかと思うのですが、明治の初めに日本で最初に地質学の教授を務めたドイツ人のナウマンという方が、本州の中央部を自分で調査見学をしたときに、地形の特徴に気づきまして、これをラテン語でもってフォッサマグナと名付けたわけなんです。フォッサとは”溝”という意味でして、マグナというのは”

大きい”というラテン語だそうです。「大きな溝」という地形的の特徴をとらえて名付けました。地質学的には、本州の中央部を横切る大きな地溝帯ということで使っています(図-1)。

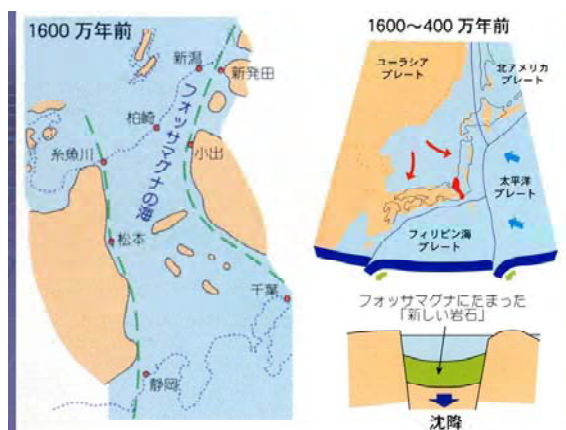
図-2にありますように、この本州の中央部、この西側の縁(ふち)は、糸魚川から静岡までをつないだ糸魚川-静岡構造線というような大きな断層で境され、東側はあまり明瞭ではないのですが、現在は柏崎付近から千葉県銚子にかけてを結んだ辺りが、東側の縁じゃないかと言われております。このゾーンをフォッサマグナと呼んでおりまして(図-2)、この地域で、今から1700万年前、陸地だったところが陥没して海になり、海底火山が非常に激しく始まりました。この活動はフォッサマグナだけではなくて、東北地方にかけて、あるいは北陸から山陰にかけて発生し、日本列島が大変動を起こした時期に当たります。そしてその非常に激しい海底火山活動を経まして、火山活動がおとなしくなりますと、今度は全域が海になります。非常に広い海で、太平洋側と日本海側がつながり、現在の日本列島よりはるかに小さな陸地、島がいっぱいあるような状況になりまして、温暖な広い海の地域になります。そしてここには



(図-1)



(図-2)



(図-3)

周辺の山から削られました泥が溜まるような海が広がりました。日本全国いろいろなところで代表的な黒い色をした泥、黒色泥岩、あるいは黒色頁岩と呼ばれるような地層が溜まりました。この海は、今より少し暖かい亜熱帯的な環境であったということが化石からわかっています。たとえば富山県では、化石からマングローブの森があったことが推定されています。また長野県ではクジラやイルカが泳いでおり、化石として現在もたくさん見つかっております。新潟県では七谷層、長野県では別所層という有名な地層名がついている地層が溜まりました。海底火山がおさまって、日本海側と太平洋側がつながったと、フォッサマグナが完全に海になった時期です（図－3）。

それから次は1200万年前ぐらいまでになりますと、フォッサマグナの中央部、現在の長野県東部ですが、諏訪から、美ヶ原・志賀高原・谷川岳をつないだ県境、本州の脊梁部ですが、このあたりの地下でマグマの活動が非常に激しくなりました。そして、地下深所からマグナが上昇して深成岩類を作りました。この深成岩類は、現在、温泉の熱源として諏訪から谷川岳にかけて広く分布しています。この地域に、温泉がたくさんあるというのは、それに起因している

**南北フォッサマグナの分離
1200万年前**

- 中央隆起帯の形成
マグマの大規模な貫入（深成岩） 隆起
- 北部フォッサマグナ
日本海と太平洋の分離
- 周辺山地の隆起
青木層・寺泊層の堆積（砂岩・泥岩・礫岩）

（図－4）

わけですが、マグマが地下から上がってまいりますと、陸も当然隆起します。今まで海だったところが隆起します（図－4）。

それでフォッサマグナの中央部に、少しずつ陸が顔を出してきます。盛り上がってきます。そうしますと当然、海は日本海側と太平洋側が別れてしまう。そしてこの北側を北部フォッサマグナ、南の方を南部フォッサマグナと呼ぶ二つの地域に完全に分かれて行きます。それから今度は周辺の山や陸の部分から削られたものが、海を埋め立てていきます。どんなものかと言いますと、砂とか、礫とか、あるいは泥、こういうようなものが溜まります。新潟では寺泊層と呼ばれるような地層、長野県では青木層と呼ばれるような地層が、この海の中に溜まっていきます（図－5）。



（図－5）

それからさらに新しくなりまして、急激に陸地が隆起してまいります。300万年から200万年ぐらい前の時代になりますと日本列島全体が隆起の傾向になりまして、現在の日本列島に近くなってまいります。そうしますと陸地は拡大するし、海は日本海側へだんだんと北のほうへ退いていきます(図-6)。

そのころを描いたものが図-7で、茶色が山地の部分。水色が海です。現在の海岸線が点線で示されていますが、長野県の松本付近から長野のあたりは、山から流れだした砂礫層が海を埋め立てていく。一方新潟の方でも津南から小出付近にかけて、この地域は魚沼層という有名な地層が溜まっていきます。それから、長野県では北アルプスが非常に隆起しまして、北アルプスから粗い土砂を押し出し海を埋めていった時代であります。この長野県の北部あたりでは、海岸の近くですから、いわゆる三角州の堆積物が溜まります。猿丸層というような名前で呼ばれている地層ですが、粗粒の礫層や砂層を中心にした地層が、海を埋め立てていった時代です(図-7)。

それからさらに百万年ぐらい前になりますと、今度は今まで埋め立てたところが広い海岸平野に変わります。少し隆起したわけですが、したがって、松本から長野にかけての地域は、今では考えられないような平坦な関東平野みたいな平野が広がり、そして高田平野のほうへつながっているというような時代でした。北アルプスからは川が流れだし、あるいは中央隆起帯と呼ばれた先ほどの隆起してきた県境付近からは、やはり砂礫が運ばれました(図-8)。

日本海側への急激な海退 300-200万年前

- 日本列島が広域に隆起 陸地の拡大
- 長野県北部に北アルプスからの粗粒堆積物(礫層)厚く堆積
- 三角州の堆積物(猿丸層)

(図-6)



(図-7)

広域な海岸平野の形成 100万年前

- 長野から松本にかけて平野(大峰面) 旧河川の堆積物各所に分布
- 長野県北部の河川は高田平野へ

(図-8)

図-9がそのころの状態を復元したもののなんですが、高田と示してある辺りが現在の高田平野です。高田平野のほうへ当時は川が流れておりました。北アルプスから流れた河川も一緒になり、松本から長野にかけてのたいへん平坦な地形、これを大峰面と呼んでいます。この地形面上を流れていました。松本から長野にかけての犀川沿いの山頂部に、当時の川が運んだ砂利の層が、点々と残っております。これはこの時期のものであります。それから新潟県のほうでは柏崎の米山が島状になって陸とつながっていました。しだいに埋積され海岸平野になっていくわけでありまして。百万年ぐらいい前になりますと海が退いていきます。もちろんこの川の流れていたところには、現在、飯縄・黒姫・妙高というような火山があるわけですが、それらの火山のできる前の時代の話です(図-9)。



(図-9)

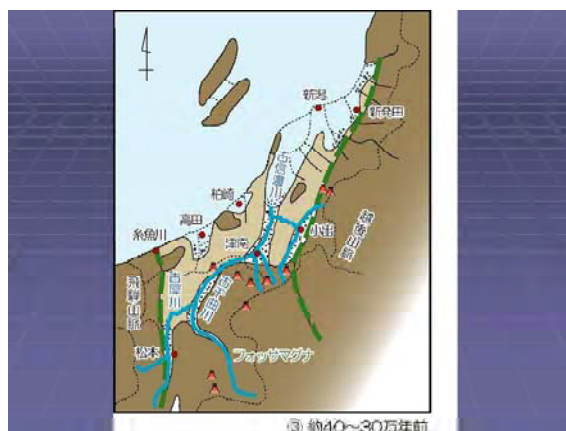
それからさらに近くなりまして40、50万年ぐらいい前になりますと日本列島で全域的な運動、陸地の上で活断層が非常に活動します。要するに地殻変動の激しい時代を迎えます。ブロック変動というような名前でも呼ばれている運動ですが、非常に隆起する部分と沈降する部分があるのであります。隆起したところは現在われわれが見ている山地になりました。あまり隆起しなかったところ、あるいは部分的には沈降した部分が現在の盆地、あるいは平野になり、非常にメリハリのついた現在の地形が生まれてまいります。今日のお話の地域では、松本盆地、長野盆地あるいは飯山盆地というような盆地が誕生したのは、この時代です(図-10)。

内陸盆地の形成—信濃川の誕生— 40—50万年前

- 活断層の活動 盆地と山地の形成
松本・長野・飯山盆地の誕生
- 盆地をつなげて流れる河川
信濃川の誕生
- 北部フオッサマグナを横断する大河川の誕生

(図-10)

この時期に初めて、今まで高田平野のほうに流れていた、古い時代の千曲川は、新潟のほうへ流れるようになった。なぜかといいますとこの西頸城の丘陵がぐっと隆起してまいります。それからこの関田山地(せきたさんち)も隆起してまいります。それから、先ほどいきました飯縄・黒姫・妙高というような火山も活動を始めます。したがって、上越側の県境付近が隆起しまして、川が北流出来ずに東のほうへ流れて行きました。盆地ができ、へこむところは一番低いところですから、当然盆地をつなげるようにして、松本盆地、長野盆地、それか



(図-11)

ら越後平野にかけて川が流れていった、そんなように考えられるわけです（図－1 1）。

さらに今度は、現代にぐっと近くなりまして、2万年前ころの図であります。山や盆地は今と大体同じ状態です。この後は越後平野で大きく変化していきますが、この辺につきましては、小林先生から詳しいお話をいただけたと思います（図－1 2）。

これは7千年前ということで非常に近い縄文時代になりますと、さらに越後平野、この平野の部分で大きく環境が変わってきました。以上、大急ぎでしたが、フォッサマグナという地域ができてから信濃川という川が生まれたところまでの非常に概略的なお話をまずいたしました（図－1 3）。

（豊 口）：どうもありがとうございました。とにかく2千万年前から2万年前までの話ですから、非常に時間的に長い歴史を極めて緻密にしかもダイナミックにお話をしていただいたんですけども、何かここでご質問ございますか。

（会 場）：資料でも読んでおりますけれども、四つのプレートがここでせめぎあっているということで、大きく言って、そこ

でたとえば太平洋プレートは、ハワイ諸島を乗せて日本列島に向かって、1年で十センチ位のスピードですかね、で近づいてきている。日本列島に、ユーラシアプレートなんですけれど、沈み込んでいます。同じようなことで、北アメリカプレート、フィリピンプレートも同様に近づいてきて沈み込んでいます。おおまかにいってこういうことでずっと今日まで、今日までといってもずいぶん長い時間なんですけど、そういう時にそのちょうど四つのプレートのせめぎあいのところに、このフォッサマグナがあるんじゃないかなということで、考えてみるとこのフォッサマグナというのは、いったいこれから先どうなるんだろうと、その上にのっかっているこの信濃川、越後平野これから先どんな風になっていくんだろうと、非常に不安といえば不安なんですけれど、感じますけれどもこの辺についてはいかがでしょうか。

（豊 口）：ありがとうございました。

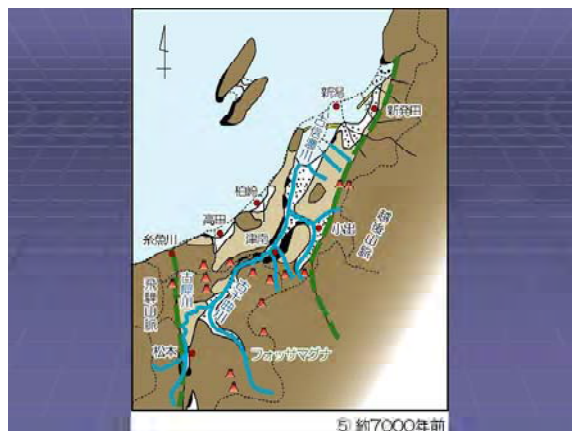
（赤 羽）：そうですね。今の話は、信濃川がどうしてこの位置を流れていくようになったかと、ちょっとだけお話をしたんですが、この後、上流の千曲川の流域の地形的な特徴、地質的な特徴をお話ししますのでその中で、今のこのご質問に少しお答えできるんじゃないかと。

（豊 口）：それでは引き続き、赤羽先生から千曲川のお話をお願いします。

（赤 羽）：今ご質問が出ましたので、上流の千曲川流域における地形地質の特徴で、こ



（図－1 2）



（図－1 3）

の信濃川の関わりと非常に関係のあるようないくつかの現象事例をお話ししたいと思います。

まず、千曲川・信濃川の源流は甲武信岳ですが、名前の通り「甲州」、「武州」、「信州」、県で言えば山梨県と埼玉県と長野県の三県にまたがる山です。標高が2,475メートルあるこの山から流れ出しています。ちょうど長野県では、一番東の縁にあたります。この山の周辺は有名な山で、金峰山というような山もあるんですが、みんな花崗岩でできている山なんです。深成岩の花崗岩、これは甲府盆地の北の方に広く分布している。いわゆる昇仙峡と呼ばれるような名勝があるんですが、そこを作っている花崗岩であります(図-14)。

流れ出すのはこの地図(図-15)でいきますと、一番南の端(中央下)。それから西の方は、一番南はこの木曾山脈、中央アルプスの北の端が犀川の源流(左中)、西の方は梓川の一番上流の槍ヶ岳、それから、高瀬川の上流、槍ヶ岳(左下)の北と南から流れ出します。これらの場所が上流域の流れ出すもとになります(図-15)。

南の端に奈良井川という川があり、木曾山脈の北部の茶臼山(2,652メートル)から流れ出します。ここも木曾駒ヶ岳を作っている花崗岩の山です。さらにこの西の縁の槍ヶ岳、槍ヶ岳自体は変成岩でできた堅い山なんですが、周辺には花崗岩が広く出ております。となりますと、この3カ所の源流部、みんな花崗岩なんです。これはひとつ意味を持っているわけです。花崗岩というのは深成岩で、地下の深いところ、5キロよりも深いところでできた岩石です。

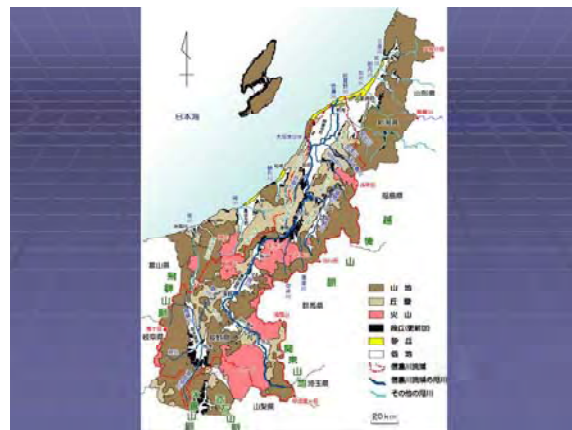
それが現在地表に出ているということは、地下でできたものが浮き上がってきているということを示します。非常に隆起量の大きいところだと、地質学的には物語っているわけです(図-16)。

千曲川流域における地形地質の特徴

千曲川源流は甲武信岳

- 長野県での東縁
- 甲州・武州・信州の境
- 花こう岩(第三系)

(図-14)



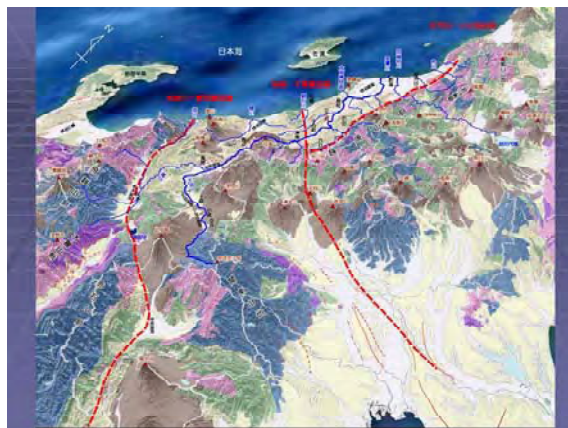
(図-15)

犀川の源流はどこから

- 南端は奈良井川
木曾山脈北部 茶臼山(2652m)
木曾駒花こう岩
- 西縁は槍ヶ岳(3180m)周辺花こう岩
梓川
高瀬川

(図-16)

図-17は、今の話の周辺地域の地質を色づけしたもので、一番左側の赤線が糸魚川-静岡構造線、中央の線が柏崎-銚子構造線、北へ伸びているのが新発田-小出構造線です。左下に甲府盆地、その左上に松本盆地、その上に糸魚川、姫川があります。甲武信岳から流れだした川が、千曲川。それから槍ヶ岳から流れだした梓川、南から流れた奈良井川、これらがいっしょになって犀川となって長野で合流すると、これが千曲川、信濃川の流れなのです(図-17)。



(図-17)

次の課題は、なぜ犀川は千曲川の支流か、これは何のことかわからないと言うかもしれません。データを見ていただきますと、一般的に本流とか支流とかいうのは当然のことながら、流域面積が広い方、流路の長い方が本流なんですね。しかし、犀川と千曲川を比べたときは、明らかにデータからいくと、犀川の方が面積も広く長さも長いんです。しかし本流は千曲川とされています。それはなぜかといいますと、歴史的なことが背景にあります。千曲川という名は古くは万葉集にも出て参ります。こういった歴史的な背景がありまして、現在千曲川は信濃川の本流として認知されているというのが実情なんですね。(図-18、19)。

なぜ犀川は千曲川の支流か

- 犀川 槍ヶ岳(3180m) 流路延長161km
流域面積3060km²
- 千曲川 甲武信岳(2475m) 流路延長148km
流域面積2830km²
- 万葉集に千曲川

(図-18)



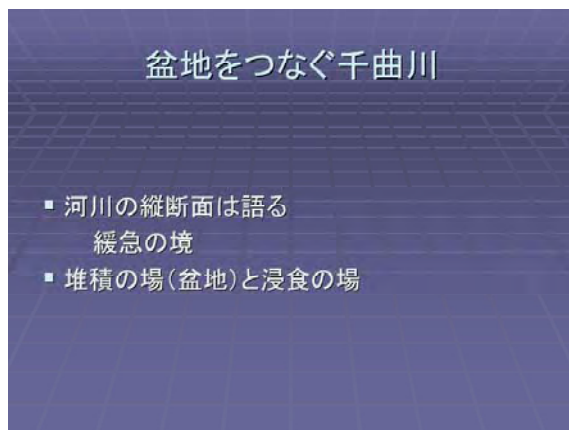
(図-19)

次は、この千曲川は、先ほどお話ししたように、飯山盆地・長野盆地あるいは上田盆地や佐久盆地を貫いて流れています。非常に急に流れているところと緩やかに流れているところがあるわけですが、その辺を少し見ておきたいと思います（図－２０）。

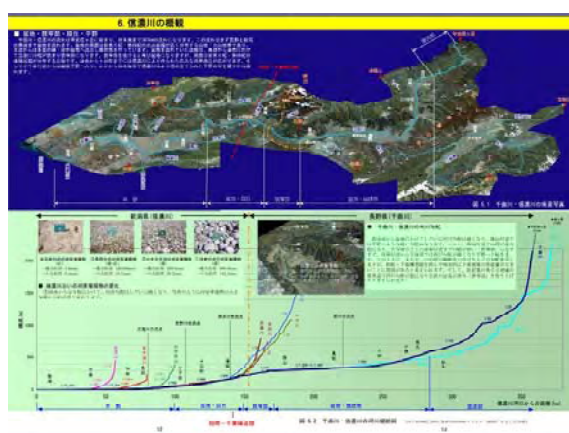
これは川の長さを水平的に標高をたてにとりまして、プロットしたものです。右側が千曲川の源流、甲武信岳ですが、ここからぐっと低くなってきて、新潟県境まで来るわけですが、途中にいろいろな川が流れ込みます。右下が犀川。これは川の高さをとった断面でして、河川縦断面図とよんでいるものです。川がどのくらいの傾斜で、どこを流れているかということがよくわかります。当然源流部の川上村では、ものすごく急流になります。そして少し緩くなって、佐久のところで少し急なところがありますが、佐久、小諸を通り、上田、それから長野盆地に入りますと非常に緩やかになります。そしてここから再び新潟県境が急

になりまして、また緩やかになっていく。盆地と盆地の間は少し急な流れになっている状況が読み取れるものです。盆地をつなげて千曲川が流れているということがわかります。（図－２１）。

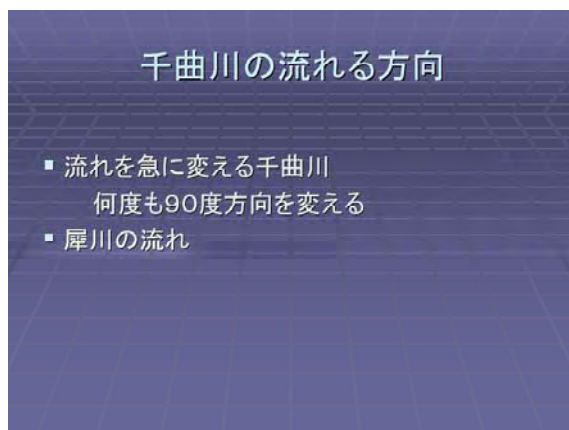
それでは次に、千曲川の流れ、川の流れる方向をみますといろいろ変化し非常に面白いのですが、この理由を説明することが難しい。それはなぜかといいますと、やっぱり川の流れと言うのは、非常に歴史的な意味を持っておりまして、生い立ちを説明しないと説明できない。千曲川をこれから見ていただくのですが、千曲川は、甲武信岳、金峰山から出た川は、北へ向かって流れます。それから東西方向に、川上村の中を流れて、北へ流れたり、西へ流れたりしながら、佐久の盆地を通ります。それから再び東西方向に流れて、長野、現在の千曲市へいきまして、ほぼ直角に方向を変えて、長野盆地から飯山盆地の方へ流れる。このように



(図－２０)



(図－２１)



(図－２２)

非常に面白い流れ方、ところどころで90度の変化をして流れるわけです。犀川も同じ。犀川は非常に蛇行して流れておりまして、松本盆地を通る梓川も上高地の下流で90度変わり、それからまた奈川渡ダムでぐるっと方向を変えます。高瀬川もぐるっといろいろな面白い流れ方をします。高瀬川は時計回りに90度曲がって松本盆地内を流れます。上流から中流の曲がり具合は非常に特徴を持っております。これはどうしてかといいますと、基盤の構造と関連してくるといことになります(図-23、23)。



(図-23)

千曲川の流れを支配している一番の理由は基盤の構造であります。まず大きな異なる地質からなる山塊、いちばん大きいのは佐久の関東山地の西の縁、それから八ヶ岳という山、それからこれは犀川の方ですが、飛騨山地。それから河東山地、長野盆地の東側にある山を河東山地と長野では呼んでおり、これは志賀高原から谷川岳にかけてつながる山並みであります。このような大きな山の塊、その間を当然川は流れています。それぞれの山の間には、糸魚川-静岡

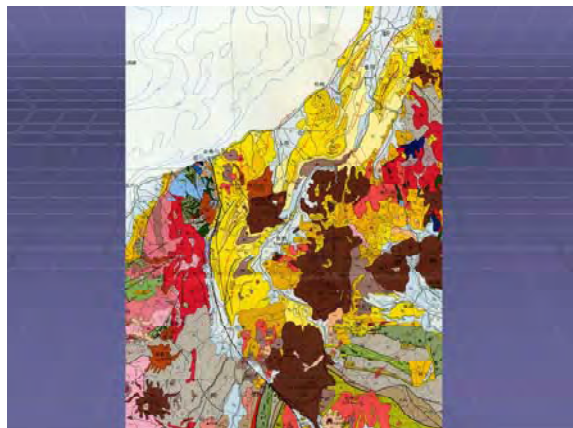
千曲川の流れを支配する基盤構造

- 異なる地質からなる山塊の間を流れる
関東山地・八ヶ岳・飛騨山地・河東山地
- 基盤に大きな構造線
糸魚川-静岡構造線
千曲川構造線
関東山地西縁構造線
飯山-長野-松本 構造線

(図-24)

構造線という大きな断層。それから千曲川沿いには、千曲川構造線と呼ばれるような基盤に存在する構造、それから関東山地の西の縁にも、関東山地西縁の構造線という大きな断層が隠れていると考えているわけです。それからさらに松本から長野飯山という方向の構造線が地下に隠れています。こういう構造線の影響ということになります(図-24)。

図-25は日本列島百万分の一の地質図というものです。地表を作っている岩石の種類とその岩石がいつの時代に生まれたかということをおいて、色で塗り分けたものです。大きくこれを見ていただきますと、黄色の一番目立つ範囲がフォッサマグナの中に溜まった堆積物なんですね。そしてその後できた茶色系統で塗ってあるものが火山です。第四紀といわれる二百万年以降の火山が、黄色の地層の上に乗っていることになります。北アルプスの方の赤い色は深成岩、先ほど言いました花崗岩類、こちらは谷川岳の花崗岩類ですね、そしてこちらが先ほどの甲府北の花崗岩類。このように大きな深成岩類が分布します。ここが八ヶ岳、千曲



(図-25)

川は八ヶ岳と関東山地の間を流れ、それから新しい火山の浅間山を中心にした火山と八ヶ岳の間を流れ、それからさらに飯縄、黒姫、妙高の火山とこちらの野沢温泉の方の火山との間の飯山盆地の中を流れる。西の方は北アルプスの大きな山塊の間を川が流れている。いずれの地域でも大きな構造線に支配されて流れていることをご理解いただければと思います（図－25）。

それから次にもう一つ、非常に興味ある問題なんですが、千曲川の流れを見ますと、盆地の中を流れているのはすぐわかるのですが、盆地と盆地をつなぐ間には必ず山の中を蛇行して流れています。代表的なのは、松本と長野を繋いでる犀川の流れ、それから長野と飯山盆地の間、さらに飯山盆地から津南へかけての川、こういう所が代表的な所なんですが、なぜ山の中を川が流れるかと。これは誰が見ても興味があるところなんです（図－26）。

図－27を見てほしいのですが、今の場所を言いますと、まず代表的なのがこの犀川の松本盆地から長野盆地の間では蛇行して山の中を流れています。それからこの長野盆地から飯山盆地にかけて、山の中を流れます。中野市側の低いように見えるところを川は流れないんです。それからまた県境で山の中を流れる（図－27）。

このような現象はどうしてできたのかということをお考えすると、次の図の方で説明しましょう。図－28は教科書の図です。もともと平坦な所を川が流れています。そしてあるところに断層ができ、左側の地盤が隆起して参りますと、川はそこを削っていきます。山の隆起量よりも川の侵食量の方が勝っていれば谷ができるんですね。その逆でありますと、上流側に水溜まりができてしまいます。こういうように、山の隆起量と、川の侵食量が釣り合っていると、だんだんだんだんだんだん隆起した分だけ削っていくと、山の中を突っ切るように川が流れるようになります。このようにしてできた川を「先行川」あるいは「先行谷」と呼んでいます。このようにところが日本各地にありますので、皆さん是非そういうところを探してみてください。もっとわかりやすくいいますと、川が流れていた方が古くて、山ができたの

山地を横切る河川—狭窄部—

- 山地の中を蛇行して流れる千曲川・犀川
松本—長野、長野—飯山、飯山—津南
- 山地ができる前から流れていた河川
先行川(先行河川)

(図－26)

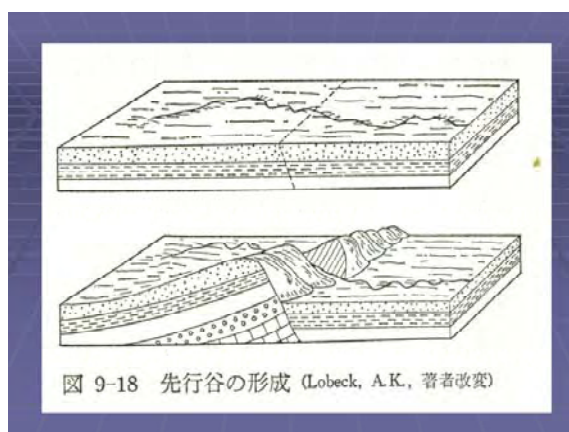


図 9-18 先行谷の形成 (Lobeck, A.K., 著者改変)

(図－28)

が新しいんだと。皆さん山っていうのは古いと思っているのですが、山より川の流れの方が古いんだという一つの証拠なんです（図－28）。

それでは次に、今度は先ほど質問にもございました、北部フォッサマグナの地質構造というのは、どういう力が加わってできたのかと、これは日本列島にかかわった応力によるわけですし、少しその辺のお話をしたいと思います。（図－29）。

まず、地層に力ががかかります。横から水平方向で力が加わります。応力がかかりますと、地層は波を打ってたわみます。これを褶曲（しゅうきょく）と呼んでいるわけです。この新潟地域も非常に地層がたわみ、油田地域は、褶曲帯と呼ばれる地域なんです（図－30）。

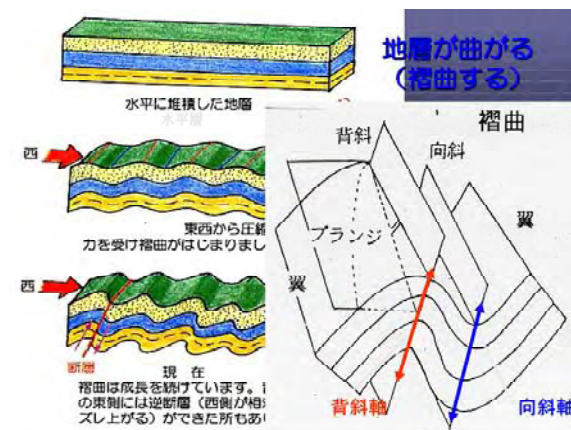
地層の褶曲したところは、地表に近いところ、褶曲の曲ったところをつなげたところを褶曲軸と呼んでおります。この褶曲軸を水平面に落としますと、地図の上にかけるわけです。

松本から新潟にかけてのフォッサマグナの中に溜まった黄色い地層の多くはどこでも褶曲しており、この褶曲軸が、地質図の中に赤で書いてあります。多くは北東－南西方向の軸です。西頸城はこういう方向ですね。それから関田山地、東頸城は北東－南西方向で、これが褶曲軸です。褶曲構造の下の方に凸になった所を向斜といいまして、上に凸になった部分を背斜と呼んでいます。この地域は背斜と向斜を繰り返して、地層がたわんで波状になっています。各地の褶曲軸をみると大局的には、北東－南西方向に向いているのがおわかりいただけると思うんです。そうしますとこのような構造ができるためには、それに直交する方向、つまり、北西－南東方向の力が加わらないとできないという事になります。この加わり方は現在の日本列島、東北日本の陸が伸びている方向に直交する方向と全く同じなんです。日本列島の形を考えるとわかると思いますが、弓なりになっています。これは力のかかり具合が現れた形なんです。ではどんな力が現在も加わっているのかというデータを次にお見せします（図－31）。

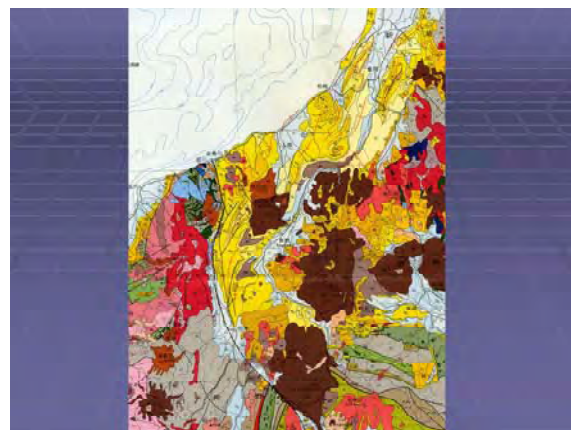
北部フォッサマグナの構造と日本列島にかかる応力

- 第三紀層の地質構造 褶曲軸・断層線
- 北東－南西方向（新潟方向）
- GPSによる日本列島の水平移動
- 三角測量による地盤の水平ひずみ

（図－29）

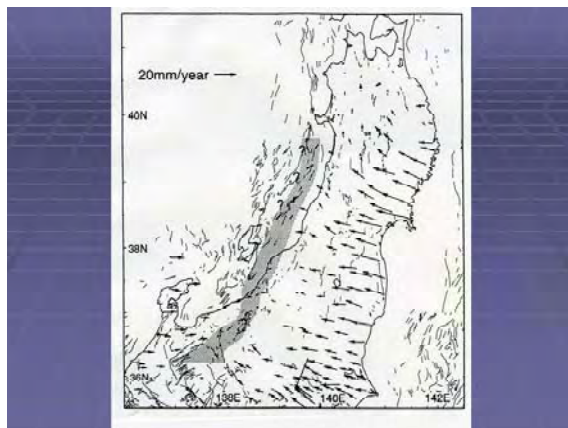


（図－30）



（図－31）

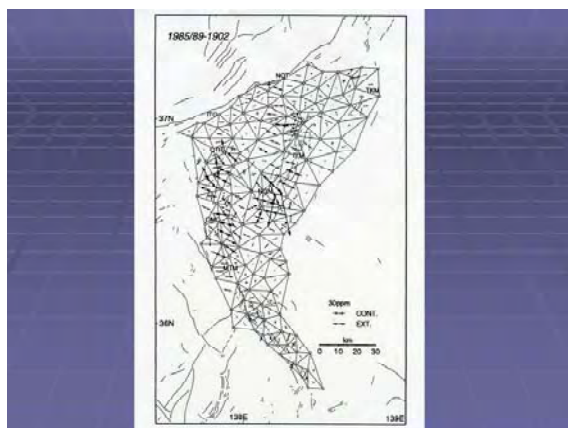
図-32は1997年間の1年間の測定です。現在は人工衛星を使いまして定点観測をしまして、ある点(矢印のあるところ)が1年間にどのくらい水平的に動いたかということを書いた図なんです。これはある場所、オホーツク海のあたりを一つのゼロ点としまして、東北日本の各地が、どのくらい動いたかということを表した図です。凡例の矢印は、1年間に20ミリ動いたことを示しています。太平洋側から内陸にかけては20ミリ以上動



(図-32)

いていることを示しています。みんな西側に向き、だんだん西に行くに従って、弱くなりまして、この網掛けの箇所は、ゼロになるところなんです。反対に能登半島の方は逆に東の方から、西の方へ20ミリ位動いているんですね。こっち側からはこの網をかけた部分の西側は、東側へ地盤が動き、東側の地盤は、西側へ動いている。そうすると網掛けの部分は、この両者がぶつかっている場所です。そうするとこれがおのずと一つの大町、長野、飯山それから新潟へつながる帯であり、この場所が地震帯にもつながってくるわけですね。これは現在のデータです(図-32)。

これはもう少し長い時間でのデータです。これは1902年から1985年の間の約85年間に測量用の三角点と三角点を結んだ長さのどのくらい縮んだかあるいは伸びたかということ調べたデータであります。これは85年間で1キロの長さであったものがどのくらい縮んだり伸びたかを矢印で示しています。ここに30ppmとかいてある、ppmというのは百万分の一ですので、ここに表したスケール、1キロの長さのものが3センチ縮んだり伸びたりしたのを矢印で表してあり



(図-33)

ます。1キロの岩盤がわずか3センチなんです、大変なことなんです。例えば糸魚川から松本にかけて、糸魚川-静岡構造線沿いは大体東西方向に近い方向でもって縮んでおります。それからここは長野盆地なんです、長野盆地では北西-南東方向で縮んでおります。30ppmよりかもっと大きいです、ここは。それから飯山、高田の西側も結構縮みがあるんですね。この大町から長野飯山にかけては非常に地盤が、過去85年間をみると縮んでいるという一つのデータです。これは先ほどの1年間のデータともほぼ合ってくる。ということで、この地域は大体先ほど言いましたように、北東-南西方向の褶曲軸に現れたような、褶曲軸に直交する北西-南東方向の水平の応力がかかっていると、これは先ほど質問がありましたプレートの動き、日本列島の東北日本を作った動きと関連してくるといふことになろうかと思えます(図-33)。

次は活断層の話を少しいたします。20万年くらい前から非常に日本列島で激しく活断層の動きが起き盆地を作り、山を作るとい運動が始まります。それでこの一つの良い例として、長野盆地の話 皆さんに知っていただきたいということで紹介します(図-34)。

図の上部が長野盆地と飯山盆地なのですが、点々を打った所が、盆地の中に堆積物が溜まっているところ。中央左上が松本盆地、中央下が伊那盆地、右下は甲府盆地であります。これらの盆地と活断層の関係について説明します(図-35)。

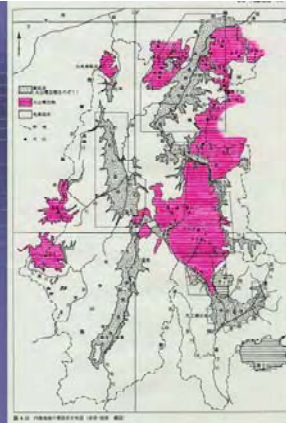
図-36の右上は長野盆地と飯山盆地なんですが、飯山から長野盆地の西側の縁に、活断層がいっぱい並んで分布します。盆地の縁と同じ方向に。それから松本盆地いきますと、松本盆地は東西に活断層があります。まさに、盆地の形と一致しています。諏訪盆地もそうですね。伊那谷もそうなんですが、伊那盆地(図-36)。

次はもうちょっと拡大してみましよう。これが長野盆地の西の縁の様子なんです。長野盆地の西の縁はこのように多数の活断層、飯山盆地もそうです。活断層で縁ができていって良いわけです。ここでは、これらの活断層の多くのものが、西側の山が東側の盆地へのし上がるような逆断層というような動きをしております(図-37)。

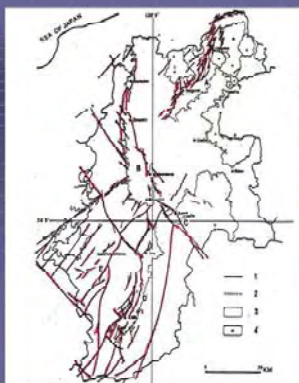
活断層の分布

- 盆地や山地を形成した活断層
活断層に境される盆地の縁
盆地の形を規制
- 山地部の隆起と盆地の沈降

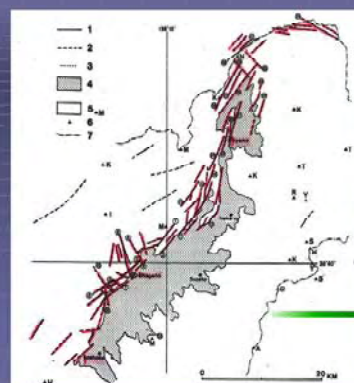
(図-34)



(図-35)

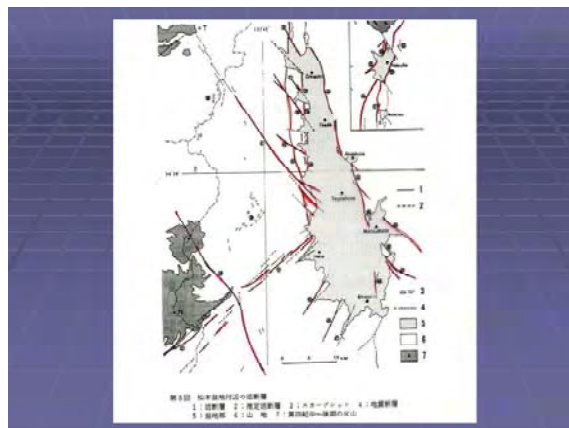


(図-36)



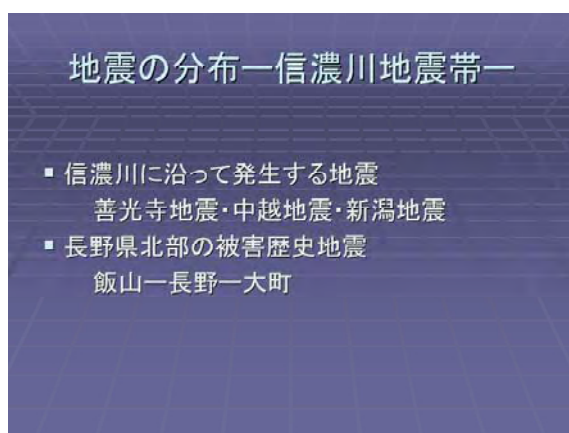
(図-37)

松本盆地は、この東側の縁にある活断層は、東側の山が盆地側にのし上がるような逆断層ですね。それからこちらの北アルプス側のもは、また逆に、北アルプス側が盆地側にのし上がるような運動をしています。こういうような例を見ていただきますと、活断層と盆地というのは、非常に密接な関係があるということになります（図-38）。



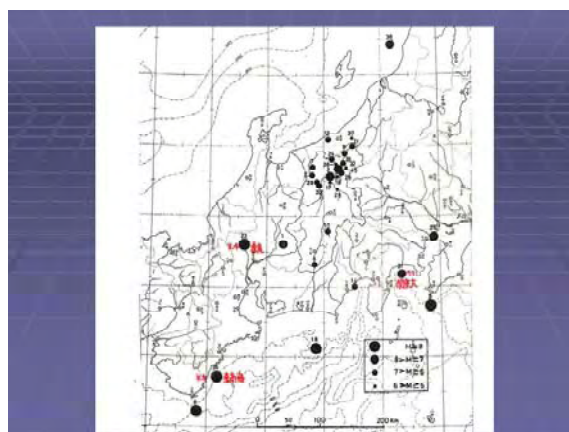
(図-38)

信濃川に沿った地域は、「信濃川地震帯」と呼ばれておりまして、地震が過去に多数発生している。平成16年の中越地震もその中に入るものですし、今から160年前の善光寺地震と呼ばれている長野盆地の西の縁で起きた地震。さらにその延長方向にあります新潟地震。こういうものも、この地震帯の延長部と言われております（図-39）。



(図-39)

これは長野県で被害を受けた地震、それだけプロットしたもので歴史時代に記録のあるものを全部入れてみたものです。分かりづらいのですが長野県の北部に非常に地震が多いですね。特にこの大町から長野飯山にかけて、中越地震の震源が川口附近です。粟島沖が新潟地震ですね。この地域、信濃川沿いというのは地震がやっぱり多いと言えますし、これは先ほどの応力のかかり具合とも非常に整合的になって参ります（図-40）。



(図-40)

長野盆地、北部フォッサマグナの千曲川の上流には盆地がいくつもあります。盆地の中には2種類の盆地がありまして、非常に沈降している盆地、沈降してものをためている盆地と、あまりためていない盆地がありますので、それを最後にお話したいと思います。沈降している盆地は長野盆地、長野盆地はたくさんの堆積物をためております（図-41）。

これは長野盆地の地形を非常に大ざっぱに描いたものでして、千曲川の西側の縁は比較的こういった直線的な崖でもってできています。これは先ほどの活断層に切られたためなんですね。それに対して東側は、このようなリアス式の海岸みたいに、尾根が突出し、その間を扇状地が埋めているという形を示し、東西で対照的な地形を作っております。点々が扇状地なんですが、長野市周辺には犀川の扇状地、裾花川の扇状地、浅川の扇状地です。それから東の方は、河東山地から直交して流れてくる川が扇状地を作っております。千曲川は千曲市で90度方向を変えてずっと直線的に飯山盆地へ流れます。これが長野盆地の地形的の大きな特徴で、あとはこの西の縁に小さな丘陵がたくさん分布しております。これもひとつの特徴であります。（図-42）。

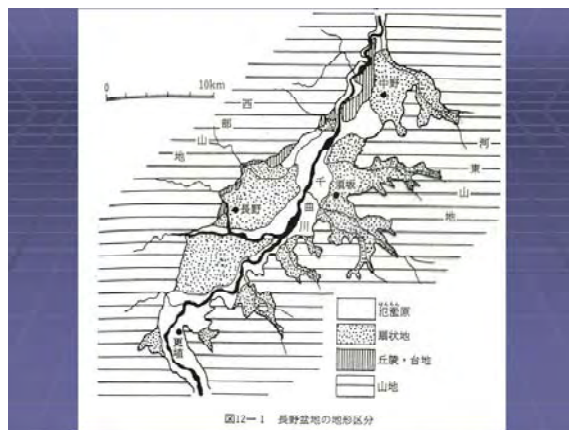
図-43は長野盆地の中に、どのくらいものが溜まっているかというのが我々の一番興味のあるところを解決してくれた一つのデータです。これは長野の権堂という繁華街で温泉を掘るために地表から765メートル掘ったデータです。大体何が下にあるかということがわかりました。大半は砂利なんです。砂礫層なんです。しかしところどころに砂があったり、泥が10メートルぐらひはさまっていたり、湖の時代があったということがわかってきました。これが約

800メートル、まだ底に達していないので残念なのですが、現在確認されているのは約800メートル近い砂利が、長野盆地の底には溜まっているということが初めてわかりました。それから、もう一個重要なことがこれによってわかりました。ボーリングした地表の標高が365メートルです。そうしますと、海拔0メートルというのがちょうど図の中央部にな

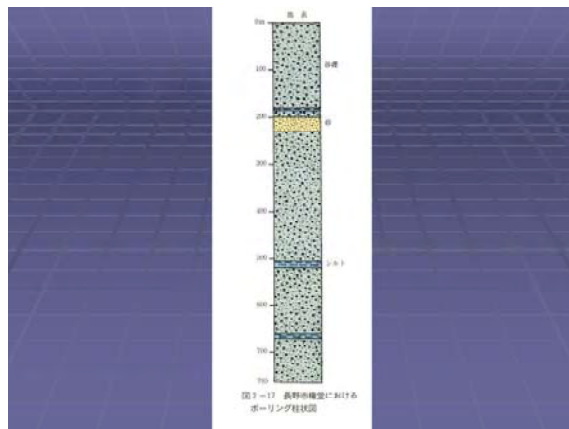
沈降する盆地

- 長野盆地の堆積物と地盤の運動
- 800mを越える砂礫層
海面下400mに盆地の底
- 沈降を示す延徳低地の堆積物
AT火山灰層が示す深さ
- 沈降する自然堤防の遺跡
6mの地下から縄文の遺跡
- 長野盆地の傾動地塊運動

(図-41)



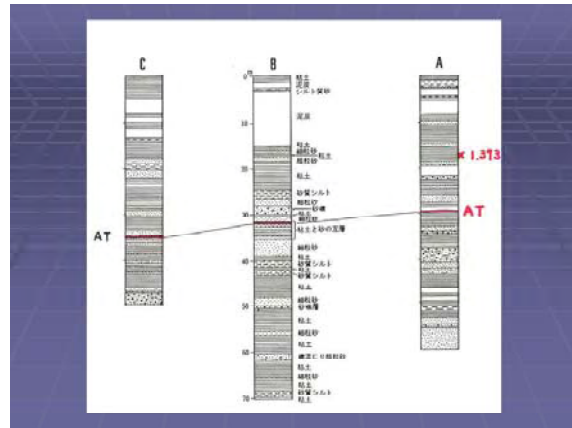
(図-42)



(図-43)

るんですね。さらにボーリングの底は400メートル下になります、そこは海拔マイナス400メートルなんです。このことから長野盆地ができた最初の時は、陸地であり、越後平野の様に海ではありません。陸地ですので、最初の盆地面が海拔0メートルだったとしても400メートルは完全に沈降しているということがこれでもって確認されたわけです。そういう意味で非常に重要なデータじゃないかと思っております（図－43）。

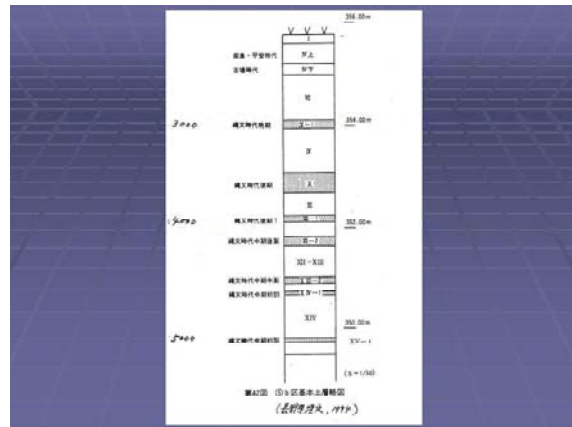
それからこれは長野市から少し北に行った所に、中野市、小布施町があり、その間に長野盆地の中の一番大きな後背湿地、いわゆる洪水の時に水をためて、最後までなかなか水がはけないところ、湿地があります。この湿地の中に何が溜まっているかということ調べました。中部電力の鉄塔の基盤調査のデータや工場の地盤調査のデータが集まりました。一番深いところで70メートルくらいまでのデータです。ちょうど30メートルぐらいの所にこのATと書いて



（図－44）

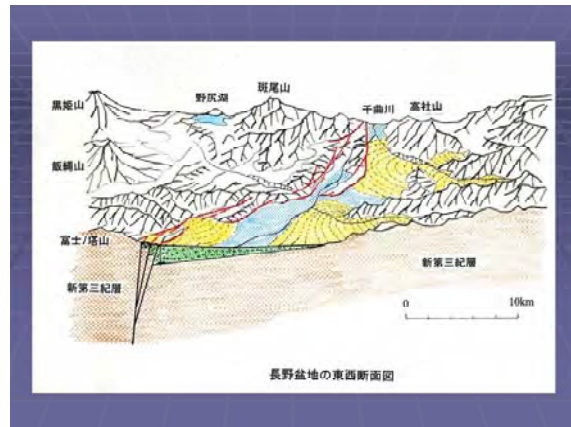
あるのですが、九州の鹿児島島のシラスの台地を作っている火山灰が、ここにずっと10センチぐらいの厚さではさまってくるんですね。これが現在約2万9000年前といわれております。およそ3万年前の地表がここにあり、30メートルの地下に埋まっているということがわかりました。平均で、1000年に1メートルぐらいの割合で溜まっているというデータになります（図－44）。

もう一つ次のデータがあります。これは、今の千曲市というところ、千曲川のすぐ縁なんです、遺跡の調査をした結果、約6メートルぐらい下から、縄文時代中期、今から5、6千年前の遺跡が出てくるんですね。そうしますとこの6メートルの堆積物というのは、大体千年に1メートルぐらいの割合で埋まっていたというようなことがわかってきました（図－45）。



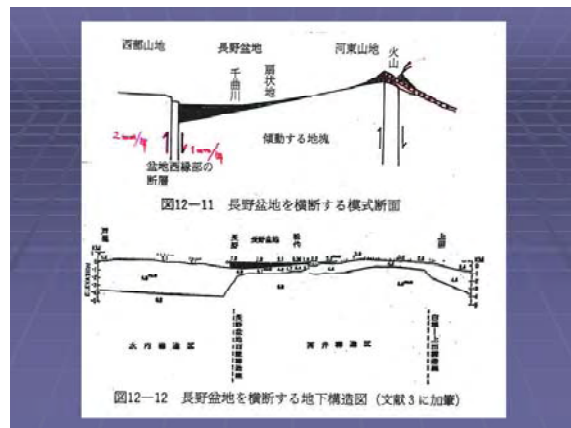
（図－45）

このようなデータを頭において、長野盆地の南の方から北の方に向けて、地下をちょうど中央部、長野市市街地あたりを東西に切った断面を見ていただきます。西の縁に赤で書きました活断層が何本もあります。そして盆地の西の縁は、約800メートルくらいの砂利が溜まり、だんだん東側にいくにつれて薄くなっていきます。地表部は扇状地です。それから川の流れているこの青で書いたところは千曲川の氾濫原の細かな堆積物が溜まっている。このような絵が描けるわけなんです。絵の中央後が飯山盆地になります（図-46）。



(図-46)

今のものをもうちょっと簡単な断面にしますと、上の図になりまして、この西の縁でどんな運動が行われているかということ、あくまでこれは平均的な値なんですけど割り算をしてみますと、西側の山は、年平均2ミリくらい上昇して、盆地は1ミリくらい下がっていることになります。トータルとして1500メートルくらい相対的に西の縁で、断層運動があったことになります。盆地ができてから4、50万年の間に1500メートルくらいの落差を生じております。これが長野盆地西縁の状態で、反対にこの河東山地の山の方は上がり、盆地の方は下がるというこの一つの断面で見ますと、大きなブロックが、こっちは下がりこっちは上がるという傾動、傾いて動くという傾動運動している。西側の山は全体に上がっているわけですが、この上がった上に飯縄火山とか黒姫火山とかができています。現在の長野盆地がどうやってできてきたのかという一つのモデルを考えることができるようになって参りました。そしてこの西側の縁の運動は、一番最近大きく動いたのは160年前の善光寺地震でありまして、落差が大きいところでは2、3メートルの落差を生じました。このような運動は、千年に一度くらい2メートルくらい動くことと推定されています。こういう積み重ねが現在の盆地の縁を作っているという事になるかと思えます（図-47）。



(図-47)

これは松本盆地です。盆地の周りは活断層があるんですが、北アルプスには赤で書いた深成岩類が広く分布します。南の方には中生代の地層、泥や砂の地層があります。こういうものが削られて松本盆地に運ばれて、この縁にたくさんの扇状地を形成し、松本盆地はいちばん粗いものが溜まっているわけです。どのぐらい溜まっているのかといいますと現在までわかる範囲では、大体400メートルくらいです。松本盆地は地表が、標高400メートルですから、ちょうど盆地の底が0メートルぐらいをずっと保っているという感じになります。これが松本盆地の例です。(図-48、49)。

松本盆地の堆積物

- 扇状地が広く被う
- 盆地を埋める400mの砂礫層(粗粒堆積物)



(図-48)

(図-49)

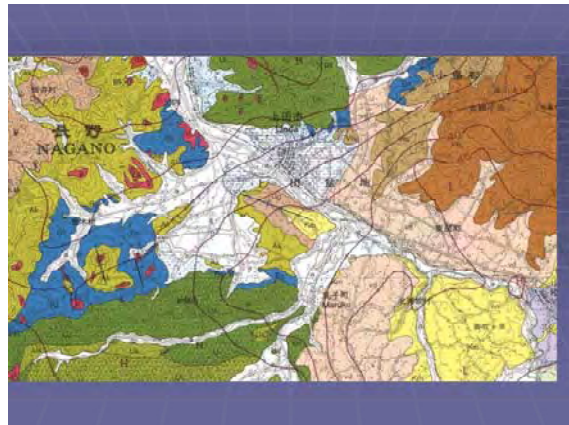
上田盆地、佐久盆地というような盆地を「上げ底型の盆地」と呼んでいます。ここには堆積物が厚く溜まってないんですね、それがなぜかということをお話したいと思います(図-50)。

これは上田盆地なんですが、上田の市街地の周りを見ますと、北の太郎山、それからこちらの山、それから南側の山。これらは第三紀のフォッサマグナの海の中に溜まった地層が隆起してきて、削られてできた山です。ただこの北東側には新しい時代の火山、烏帽子岳という火山があります。こういう山に取り囲まれてはいるけれども、盆地には断層がありませんし沈んでいないんですね。従ってこういうところにはものは溜まってないんです。千曲川はまっすぐ北西へ流れています。ただ一時的にこの盆地状のところ、せき止められて湖だった時期が2回ほどあり、50メートル前後の湖の堆積物が中に溜まっております(図-51)。

上げ底型の盆地

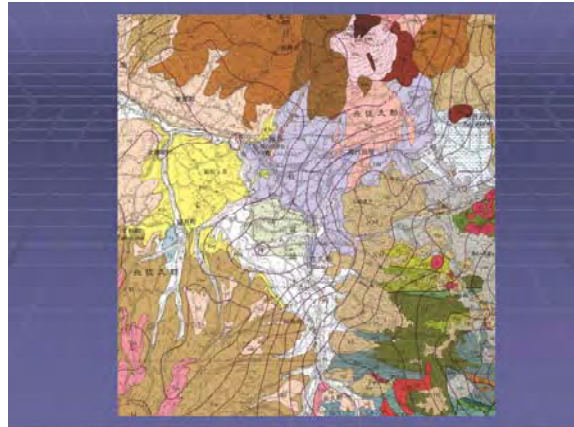
- 盆地内に堆積物薄い
- 上田盆地
浸食された第三紀層山地と火山
- 佐久盆地
北に浅間火山、東に関東山地
西に八ヶ岳
- 飯山盆地 中間タイプ

(図-50)



(図-51)

それから佐久はさらに上流ですが、ここは南の方には八ヶ岳の噴出物、東の方は関東山地の縁ですね。これは古い岩石からできております。両者にはさまれております。北側には火山があり、これは浅間山なんです。浅間山から噴出したいろいろな噴出物が北側をせき止めまして、いかにも盆地状になっているんです。ここも時々水が溜まった時期があるのですが、厚い堆積物をためておりません。それは、やはり活断層がなくて、盆地の底が沈んでいないため堆積物を厚くためていません。こんなように盆地の形をしていても、長野盆地、松本盆地あるいは諏訪盆地というようなものとは、明らかに形成史が違う盆地であります。それから飯山盆地はちょうど中間的なものでして、飯山盆地は両側に活断層があり少しは沈んでいるのですが、あまり沈んでいないというのが現状であります。以上、千曲川流域のいくつかトピック的な話題を中心にお話しをいたしました（図－５２）。



（図－５２）

（豊 口）：ありがとうございます。実は日本列島といいますか、この千曲川流域というのは、今でもとにかく生き続けている動いている。非常に複雑な地形で、地球の中心部とつながっているんだということがよくわかります。活断層によって山が隆起したり、いろんな動きがたくさんあります。情報が沢山ございましたけれども、生きているんだということの一つご認識いただきたいと思うんです。上流地帯が、常に動いて新しい日本列島を作っているわけですけども、さらに下流の方に向かいまして、この信濃川というのがさらに活動を続けている。ここでご質問がありましたらお受けしたいと思います。

（会 場）：日本列島は東の方から押されてきている。80何年に3センチとか、そして西の方から押されてきている、ちょうど新潟県の辺りにせめぎあっていると、それが地震になるということが、この間の中越大地震、これでせめぎあっている力が、押しあって、地盤が高くなったんでしょうかね。何センチくらい高くなりましたか。

（小 林）：越後川口の辺りで、データが水準測量の結果からあるんですが、70センチくらいだと言っていましたけれども。だからへたすると一瞬のうちに70センチぼんと上がるという、そういう感じなんですね。そこにいとわからないかもしれませんが、これは一瞬にして飛び上がることも含めて、ある期間の累積値です。

（赤 羽）：今のご質問にちょっと付け加えますと、日本列島という非常に細長くて、世界的に見れば小さな島なんです。3000メートルを超す山があるような非常に高いものがあります。それからフォッサマグナの前から日本列島は存在していたわけなんです。なぜこんな小さな島が削られてなくならなかったのかというのが今のお話なんです。東の方から常に押されて盛り上がる場所なんです。日本列島とは。だから削られる。上がった分以上には削られないんですが、日本列島としてずっと長い間狭いながらも残った。

（会 場）：そうすると今この狭い、馬の背みたいになっているあれが、まだまだ高くなるということになるんでしょうか。

（赤 羽）：そうですね。そういう部分もあるかと思います。