

神居古潭変成帯—1億年を越える変動帯

渡辺 暉 夫¹⁾

序章—白亜紀の神居古潭帯

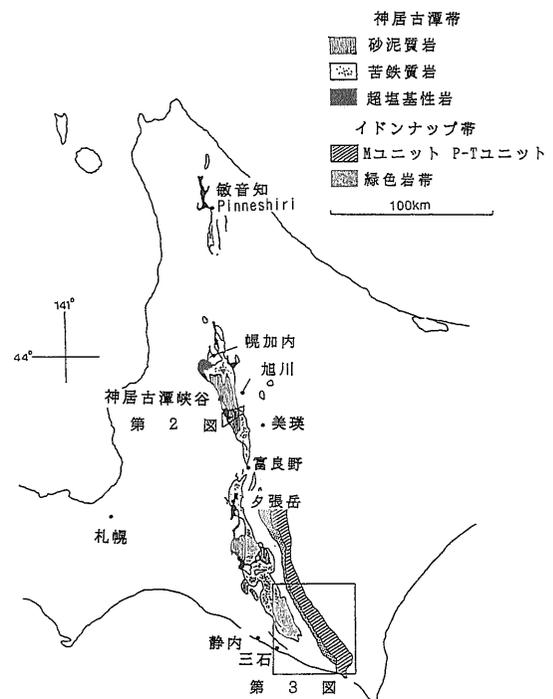
原岩にはジュラ系も含まれる神居古潭帯は、大きな圧力/温度比(つまり地温勾配の小さい)のもとで形成された高圧変成岩と、特に大きな地温勾配のもとで海洋底変成作用を受けたオフィオライトが混合した白亜紀の変動帯として知られてきた(第1図)。高圧変成作用の性格は、Gouchi and Banno (1974)の変成あられ石の発見以来、中野(1981)・高山(1988)・Shibakusa (1989)らの鉱物共生関係の解析によって鮮明となり、神居古潭帯が日本では数少ない典型的な低温高圧変成岩を一部に含むものであることが明らかになった。

Shibakusa (1989)は育英高校で教職に従事する傍ら、北大で開始した神居古潭帯の研究を続け、長年にわたってデータを積み重ねた。そしてそのデータを「坂野スクール」のもとで解析し、神居古潭帯の幌加内-上江丹別地域の高圧変成岩が一定の共生関係(ローソン石-パンペリー石-藍閃石-Na-Ca輝石-緑泥石)の拘束のもとではNa角閃石中の藍閃石分子が変成度の上昇と共に増加する様子を見事に解き明かした。また、Shibakusa and Hirajima (1988)は塩基性片岩中のヒスイ質輝石-石英の共生関係から旭川北西方の江丹別峠周辺では250~300°C, 8 kb (0.8 Gpa)ほどの変成条件であったこと示した。一方で海洋底変成作用を受けたオフィオライトの存在は石塚(1980)・Ishizuka (1985)らの研究によって明らかにされてきた。

年代論の研究はBikerman et al. (1971)以来の研究がいくつかあり、特に今泉・植田(1981)の研究で白亜紀前期の変成年代が確立されているように見えた。事実、放散虫の化石年代の進歩は変成年代を裏付けるものであった。こうして、1980年代に、

北海道中央部の白亜紀の島弧-海溝系が復元された(例えば、新井田・紀藤, 1986; 君波, 1986)。そして見事なノッカー地形を示す夕張岳蛇紋岩メランジ(Nakagawa and Toda, 1987)が蝦夷前弧海盆内で形成されたであろう様子も描きだされ、マリアナ弧の蛇紋岩ダイアピルとの比較も可能にした。

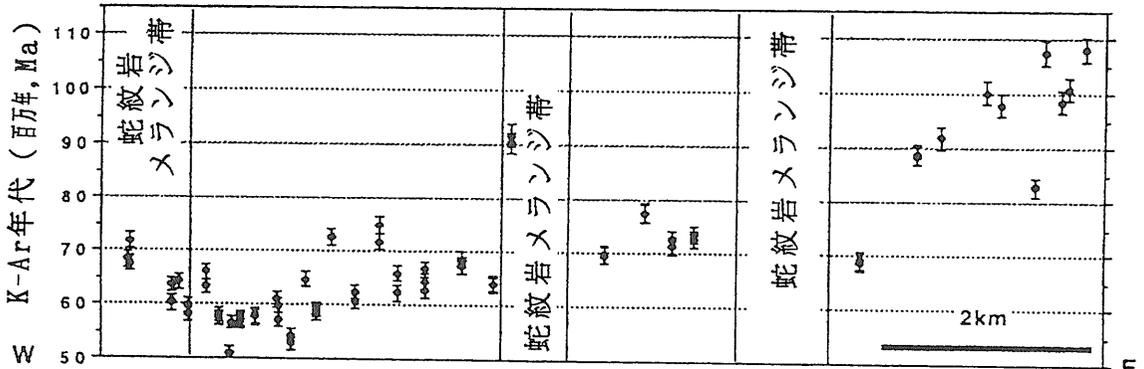
しかしながら、岩内ナップ(Jolivet and Cadet, 1984)の形成や右横ずれ運動(Jolivet and Miyashita, 1985)の影響、そして古くから知られていた「日高造山運動によって神居古潭帯が石狩炭田地域へのしあげて夕張地域のクリッペ構造が形成された」とい



第1図 神居古潭帯とイドンナップ帯の分布及び第2~3図の年代測定地域。イドンナップ帯の細分は植田ほか(1993)による。

1) 北海道大学理学部地球惑星物質科学教室：
〒060 札幌市北区北10条西8丁目

キーワード：神居古潭，変成帯，北海道，K-Ar年代



第2図 神居古潭帯パンケホロナイ地域の東西断面に沿う K-Ar 年代変化(岩崎, 1993).

う変動はどうなったのか, などの問題には解答は出ていなかったのである。

Kimura (1986)は太平洋プレートの西進に伴う斜め沈み込み帯の形成と西進する千島弧が日高変成帯に衝突するモデルを提出した。それは Komatsu et al. (1983)の日高変成帯の西への衝上をも見事に説明するものであった。この西進はハワイ海山列のホットスポットの軌跡で示されるように古第三紀中頃以降である。この運動で神居古潭帯は受動的に新第三紀層の上にのしあげただけであろうか? 神居古潭帯は白亜紀に形成された後は北海道を語る造構運動の舞台の隅に追いやられて, 日高変成帯を中心に繰り返りひろげられる衝突帯形成のエピソードを見守っていただけなのだろうか?

私達の研究はこの点に新しい話題を投げ掛けることが出来てきたようである。私達はやっと神居古潭帯の全体像をつかみかけたように思う。本稿ではこの点を紹介し, 今後の研究の課題とサハリンの変成帯との比較等の重要性を指摘する。

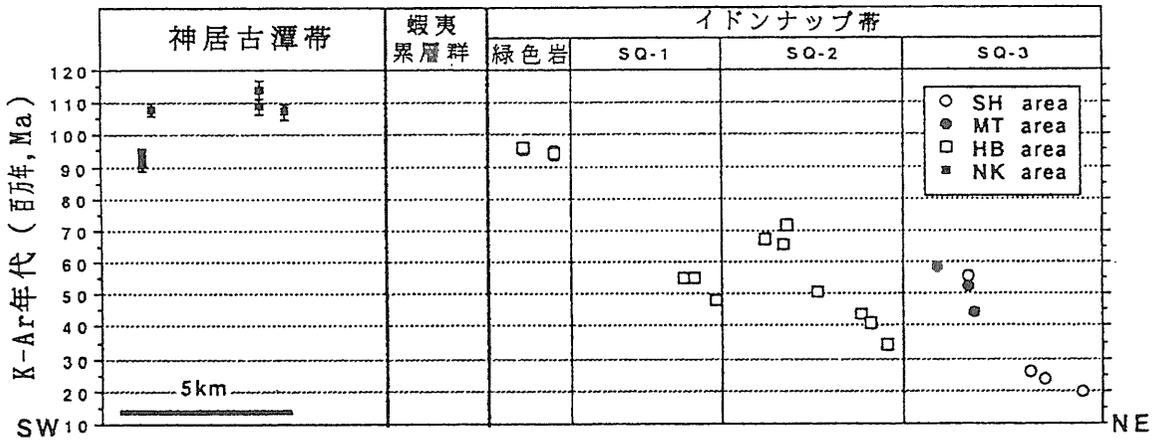
K-Ar 年代論の展開

1980年代も終わろうとする頃, 神居古潭帯の年代論の研究は日本の他の高圧変成帯, 例えば三波川帯・三郡帯に比べて大きく遅れていた。というより, 1980年代にこの両帯の年代論が特に進んだのであった。私たちは岡山理科大学の板谷研究室の協力を得て, 神居古潭帯の K-Ar 年代論に取りかかった。これは偶然にも愛媛大学の榊原グループと同時のスタートであった。彼ら(太田・榊原)は神居古潭帯の標式地と重要なルートの年代測定を中心に据え, 私

達(岩崎・山崎・渡辺)は泥質片岩の卓越地をまず重点的に研究する手法を取った。結果として, 渡辺・岩崎(1993)や太田ほか(1993)に紹介されているように100 Ma より若い年代値がかなり報告された。

かつて今泉・植田(1981)は72 Ma という K-Ar 年代を幌加内地方から報告したが, 当時この年代だけが並み外れて若かったため, 例外的な若返りとして扱われ, その意味はほとんど無視されていた。しかし, 90年代の研究はこの若い年代を再び注目させた。太田ほか(1993)は石狩川沿いの東から西へ年代が順次100 Ma から60 Ma まで若くなると述べた。私達は神居古潭峡谷南部のパンケホロナイ川流域に卓越する泥質片岩全体が50-70 Ma と神居古潭帯の中でももっとも若いユニットであることを強調した(第2図)。この若い K-Ar 年代は最近 Ar-Ar 法によっても裏付けられた(滝上, 私信)。パンケホロナイ川流域は Maekawa (1986)の研究によって高圧変成作用の特徴が認められなかった地域である。岩崎(1993)の研究では中圧の変成作用に近いと思われる白色雲母の組成・XRD のデータが出ているが詳細は省略する。

岩崎はこの若い年代値を求めて, 神居古潭帯の南部—かつて Watanabe (1981)によって前期白亜紀の放散虫が報告された新冠川中流域—へと研究地域を広げた。彼はさらに植田勇人・川村信人の協力を得て蝦夷層群の向斜を越えてイドンナップ帯へと研究地域を広げた。その結果, 中部神居古潭帯の若いユニットと同じ年代の地質体は南部にもそしてイドンナップ帯にもあり(第3図), スラストシートのような形でイドンナップ帯へ続いているとの見通し



第3図 神居古潭帯南部及びイドンナップ帯南部の東西断面に沿う白雲母の K-Ar 年代変化(岩崎, 1993). イドンナップ帯の細分は植田ほか(1993)による. SQ-1~3 は西から順に断層で境された P-T unit を指す. SH: 静内川, MT: 元浦川, HB: 日高幌別川, NK: 新冠川

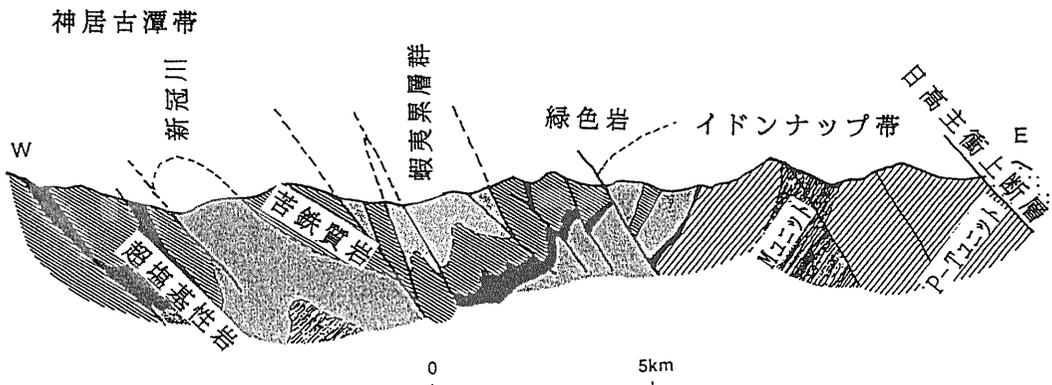
を得たのである(第4図). イドンナップ帯の構造と年代値は東に若くなり, そして断層で古い地質体に接するというを繰り返す. これは西進して来た日高-根室ブロックの衝突過程を記録していると思われるのである. イドンナップ帯の年代論の詳しい解析は岩崎らによって行われるのでここでは詳しく触れないこととする.

こうして, 神居古潭帯の若い年代を示す地帯は東進する白亜紀-古第三紀の付加体の成長と共に形成されたと考えられるにいたったのである. かつて坂野・羽田野(1963)が幌加内の神居古潭帯のさらに東に Na 角閃石が出現することを報告したが, 神居古潭帯が白亜紀付加帯の一部であれば, むしろこのような Na 角閃石が出現は当然でもあった.

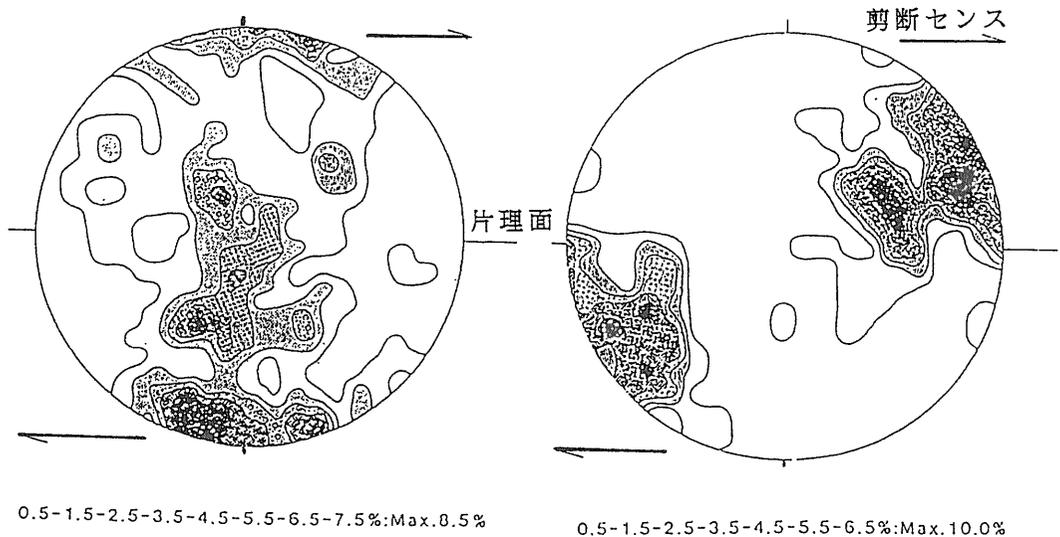
黒雲母を含む変成岩

パンケホロナイ川の北のオロエン川で, 山崎は蛇紋岩中から黒雲母を含む緑色岩の発見に成功した. 発見に成功したとは妙な表現だが, 黒雲母を含む岩石があるはずだったが正確な産地がわからなかったという事情があるのでこう表現した. 実はもう20年も前になってしまうが, チリから北大の勝井先生の所へ留学していた F. Herve がオロエン川を調査中, 偶然に黒雲母含有緑色岩を発見していた. 当時, 調査には私と新井田が同行していた. 沢から逃げて林道へ出ようとして蛇紋岩ゾーン中の藪を漕いでいるときに偶然見つけたのがこの露頭である.

Herve (1975)は EMPA 分析値を北大紀要に報告したが, この黒雲母の持つ意味を実は解説してはい



第4図 神居古潭帯南部及びイドンナップ帯南部の模式的東西断面.



第5図 石英C軸ファブリックパターン(小俣, 1991).

左 藍閃石の方位の分散する石英片岩. 右 緑色片岩に挟まれた珪質片岩.

なかった。三波川帯を例にとると、これはもっとも高温の変成作用を示す可能性もあった。

しかし、山崎の再発見した蛇紋岩中の緑色片岩小岩塊に見られる黒雲母はこの空想をもの見事に破いてしまった。実はこの黒雲母はTiの含有量は少なく、Mgに富み、鏡下では緑色で低温で生成された雲母であることを暗示していた(山崎, 1992)。この共生関係を調べるとパンペリー石と共生していることがわかった。この岩石にはチタン質の単斜輝石が残っていてこの点でも高変成度の岩石とは思われなかった。黒雲母-パンペリー石の共生関係は丹沢山地のような低圧型の変成岩に知られていたのである(Seki et al., 1969)。この岩石は50 Ma前後と若いことも解った。

こうして神居古潭帯の岩石は幌加内地方の145 Maの藍閃石片岩類に始まり、50 Maまでの岩石を含み、しかも若いほど圧力条件は低くなるらしいことが明らかになってきた。今やどの広域変成帯でもそうであるが、神居古潭帯の変動も白亜紀のある時期のエピソードだけでは語りきれないのである。なぜ変成圧力が低くなるかは海嶺の通過や斜め沈み込み帯の角度などいろいろな可能性があるが今ここでは深入りしないことにしよう。また、神居古潭の形成史は50 Maで終わるわけではないが、その前に古い“変成年代”を示す幌加内-上江丹別地域の藍閃石片岩のことにふれてみよう。

藍閃石片岩は何を語るか

幌加内地方の藍閃石片岩は昔から成因についての論争が絶えない。Shibakusa (1989)は変成度の漸移的变化を鉱物共生関係から解きあかしたが、これは連続的に変成度が上昇する様子をフィールドで追い掛けられるというわけではない。鉱物の組成変化では追求できない構造的ギャップがあるかどうかは別に検討されるべきことである。構造の研究は独自のフィールド調査を基礎に解きあかさなければならぬのである。フィールド調査によれば、粗粒な藍閃石片岩類は実はブロックである可能性が高い。残念ながら露頭の悪さが問題の解決を遅らせているが、ここでは小俣(1990)による研究を紹介しよう。

小俣はShibakusa and Hirajima (1988)が変成圧力8キロバールと見積もった岩石の産地の400メートル上流で、塩基性片岩中にヒスイ輝石成分がさほど多くないNa-輝石が石英と共存していることを発見した。この形成圧力は4-5キロバールと推定されるから、両者の圧力差は3-4キロバールになる。こんな近い距離での大きな圧力差は変成時の連続的岩相では生じないと小俣は考えた。Shibakusa and Hirajima (1988)の記載した高圧の変成岩がブロックであると考えれば問題は解決する。

また、江丹別峠の藍閃石片岩は藍閃石の示す線構造が分散しているものがある一方で、見事に一方向

に角閃石が配列しているものもある。この2種の岩石が同じ条件では出来るはずがないから藍閃石片岩の形成には低温で高圧という以上の何かを語らなければならない——私の記憶に間違いがなければ、これはかつて北大の舟橋先生が大学院当時の柴草に与えたテーマであった。この問題に関係させて小侯は藍閃石の方位の分散する石英片岩と緑色片岩に挟まれた珪質片岩の石英のC軸の方位を測定した。前者のC軸ファブリックスは pure shear component に卓越し、後者は simple shear component が卓越することが明らかとなった(第5図)。つまり、ここで問題にした藍閃石片岩は圧縮変形が優勢で、緑色片岩は剪断変形が優勢であったらしい。したがって、これらを連続する変成岩として扱うには変形場の急変を考えないかぎり問題が多いのである。こうした状況証拠から、私は粗粒な藍閃石片岩類はやはりブロックであろうと考えている。

日高変成帯の衝突

こうして、高圧変成岩のブロックから若い低圧のブロックまで存在する神居古潭帯は白亜紀から古第三紀にかけて付加体深部の上昇過程を解きあかすうえで重要な地帯であると理解されるようになってきた。そしてさらに、神居古潭帯形成のドラマの終章には日高変成帯との衝突が待っていた。Fujiwara et al. (1993)の古地磁気学の研究は西進する千島弧の衝突・回転が神居古潭帯の若いK-Ar年代よりもさらに若い35-40 Maであることを示した。この時神居古潭帯自身はK-Ar年代が示すように白雲母の閉止温度から判断して、350°Cくらいよりは温度の低い、浅い地点まで上昇していたであろう。神居古潭帯に連続するイドンナップ帯の一部は丁度この頃ユニットを分ける数本の断層沿いに上昇してきたようである。また第3図が示すようにイドンナップ帯の東縁はさらに若い中新世の年代を示し、日高変成帯側のK-Ar年代もこれに調和的に15-20 Maほどである(Arita et al., 1993)。

これまで中新世の年代は衝突する日高変成帯の上昇年代と考えられてきた。しかし、最近のU-Pb年代学(Kimbroughらによる)によれば、日高変成帯の下部トーナライトの一部は中新世の火成活動によるものである(渡辺ほか, 1994)。この活動的な

日高変成帯の影響で神居古潭帯周辺も連動して変形し、新第三紀層と接するにいたったのであろう。東からの圧縮は浅部に上昇していた神居古潭帯に直接作用し、神居古潭帯は西側へ圧縮されながらさらに上昇したのであろう。これが夕張炭田のクリップ形成に関係し、神居古潭帯内部のスラストシート様の構造を明瞭にしたのであろうと思われる。この予測を実証し、より正確な構造運動の実像を描くにはフィッシュトラック法などの別の年代論の導入が必要である。

おわりに

かつて日高造山運動論のなかで展開されていた日高変成帯と神居古潭帯の連動の実態は日高変成帯の神居古潭側への衝突から始まる事件、言ってみれば神居古潭帯形成ドラマの終章をとらえていたのである。両者は「対の変成帯」とも考えられた。しかし、1970年代以降の新しい研究はとりあえず終章の筋書きを改訂し、神居古潭帯と日高変成帯は時代の違った変成帯であることを明らかにした。1980年代に完成を見た白亜紀の島弧-海溝系のモデルはドラマの幕開けを描いたものであった。そして終章はもっぱら日高変成帯中心に繰り広げられた全く別の物語と理解されがちであった。しかし、今やっと私達はこの間をつなぐ変動史を克明に描く仕事にかかわることが出来始めたようである。

ドラマの全貌は神居古潭帯だけの追跡では済まないはずである。プレート境界の変動を描ききるためには少なくとも近接するサハリンの変成帯との関係や三波川帯との関係などが検討されねばならない。次の合地論文にもあるように、最近の年代論はこのことを鮮明にさせてきた。

文 献

- Arita, K., Shingu, H. and Itaya, T. (1993): K-Ar geochronological constraints on tectonics and exhumation of the Hidaka metamorphic belt, Hokkaido, northern Japan. *J. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **88**, 101-113.
- 坂野昇平・羽田野道春(1963): 神居古潭変成帯幌加内地方の変成帯。地質雑, **69**, 388-393.
- Bikerman, M., Minato, M. and Hunahashi, M. (1971): K-Ar age of the garnet amphibolite of the Mitsuishi district, Hidaka province, Hokkaido, Japan. *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, no. 25, 27-30.

- Fujiwara, Y., Nanayama, F. and Kanamatsu, T. (1993): Tectonic evolution of two paleo arc-trench system in Hokkaido, northern Japan. *Geodynamic Evolution of Paleosian Ocean* (Report of the IGCP 283), 4, 62-63. Novosibirsk.
- Gouchi, N. and Banno, S. (1974): Find of aragonite from Kamuikotan metamorphic rocks. *Proc. Japan Acad.*, **50**, 481-486.
- Herve, F. (1975): Petrography of the Kamuikotan metamorphic belt at the Uzun-Orowen cross section, central Hokkaido, Japan. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, ser. 4, **16**, 453-470.
- 今泉真之・植田良夫(1981): 北海道幌加内地域の変成度の異なる二種の高圧型神居古潭変成岩類の K-Ar 年代. *岩鉱*, **76**, 88-92.
- 石塚英男 (1980): 北海道, 神居古潭構造帯に分布する幌加内オフィオライトの地質. *地質雑*, **86**, 119-134.
- Ishizuka, H. (1985): Prograde metamorphism of the Horokanai ophiolite in the Kamuikotan zone, Hokkaido, Japan. *J. Petrol.*, **26**, 391-417.
- 岩崎一郎 (1993): 神居古潭帯, 北部美瑛地域の泥質岩の K-Ar 法による年代学的考察. 北大修士論(手記)
- Jolivet, L. and Cadet, J. P. (1984): The Iwanai nappe in the Kamuikotan Tectonic Belt, Southern Hokkaido, Japan. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.*, ser. 4, **21**, 293-304.
- Jolivet, L. and Miyashita, S. (1985): The Hidaka shear zone (Hokkaido, Japan): genesis during a right-lateral strike-slip movement. *Tectonics*, **4**, 289-302.
- 君波和雄(1986): 北海道およびオホーツク海周辺域の白亜紀テクトニクス. *地団研専報*, No. 31, 403-418.
- Kimura, G. (1986): Oblique subduction and collision. *Geology*, **14**, 404-407.
- Komatsu, M., Miyashita, S., Maeda, J., Osanai, Y. and Toyoshima, T. (1983): Disclosing of a deepest section of continental-type crust up-thrust as the final event of collision of arcs in Hokkaido, northern Japan. In: Hashimoto and M. Uyeda, S. (eds.), *Accretion Tectonics in the Circum-Pacific Regions*, 149-165. Terra Pub., Tokyo.
- Maekawa, H. (1986): A low P/T metamorphic episode in the Biei area, Kamuikotan blueschist terrane, Japan. *Mem. Geol. Soc. America*. **164**, 395-406.
- Nakagawa, M. and Toda, H. (1987) *Geology and petrology of Yubari-dake serpentinite melange in the Kamuikotan Tectonic Belt, central Hokkaido, Japan.* *J. Geol. Soc. Japan*, **93**, 733-748.
- 中野仁礼(1981): 北海道, 静内・三石地域の神居古潭帯および日高西縁構造帯緑色岩の変成作用. *地質雑*, **87**, 211-224.
- 新井田清信・紀藤典夫(1986): 北海道における白亜紀島弧-海溝系—その地質構成と造構史. *地団研専報*, **31**, 379-402.
- 小俣雅志(1991): 神居古潭帯江丹別峠周辺の地質及び岩石変形. 北大修士論(手記)
- 太田務・榊原正幸・板谷徹丸(1993): 北海道神居古潭変成岩類の K-Ar 年代. *地質雑*, **99**, 335-345.
- Seki, Y., Oki, Y., Matsuda, T., Mikami, K. and Okumura, K. (1969): Metamorphism in the Tanzawa Mountains, central Japan. *J. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **61**, 1-29, 50-75.
- Shibakusa, H. (1989): Lawsonite-pumpellyite-epidote stabilities in glaucophane schists in the Horokanai-Kamietanbetsu area of Kamuikotan Zone, Hokkaido, Japan. *Mineral. Petrol.*, **40**, 241-256.
- Shibakusa, H. and Hirajima, T. (1988): Jadeite from the Horokanai-Kamietanbetsu area in the Kamuikotan Zone, Hokkaido, Japan. *J. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **83**, 507-513.
- 高山 将(1988): 神居古潭峡谷地域の広域変成作用. *岩鉱*, **88**, 175-190.
- 植田勇人・川村信人・岩田圭示(1993): 北海道中軸部イドンナップ帯からの晩新世放射化石の産出. *地質雑*, **99**, 565-568.
- Watanabe, T. (1981): Idonnappu Formation in the Kamuikotan Belt as constituent of a Mesozoic subduction wedge. In: Hara, I. (ed.), *Tectonics of Paired Metamorphic Belts*, 37-41. Tani Shuppan, Hiroshima.
- 渡辺暉夫・岩崎一郎(1993): 神居古潭帯の年代論と高圧変成帯の同位体年代周期性(Dobretsov 仮説)の検討. *月刊「地球」* **15**, 185-189.
- 渡辺暉夫・加々美寛雄・福井志郎・岡田利典・山崎 誠(1994): 日高変成帯中の高 Mg 安山岩類似の中新世トーナライトとそのテクトニクス. *地球惑星科学関連学会(東北大)講演要旨* 222.
- 山崎 誠(1992): 神居古潭帯, オロエン川周辺の蛇紋岩メランジュの地質と K-Ar 年代. 北大修士論(手記)

WATANABE Teruo (1994): Kamuikotan metamorphic belt.

<受付: 1994年 4 月 4 日>