



沢田 秀穂

1973年12月5日から9日まで タイ国北部の古都チェンマイにあるチェンマイ大学において 標題 (Conference on the Geology of Thailand) の会合が行なわれ 筆者は幸いこの会合に参加の機会をえたので 次にその模様を紹介上げたい。

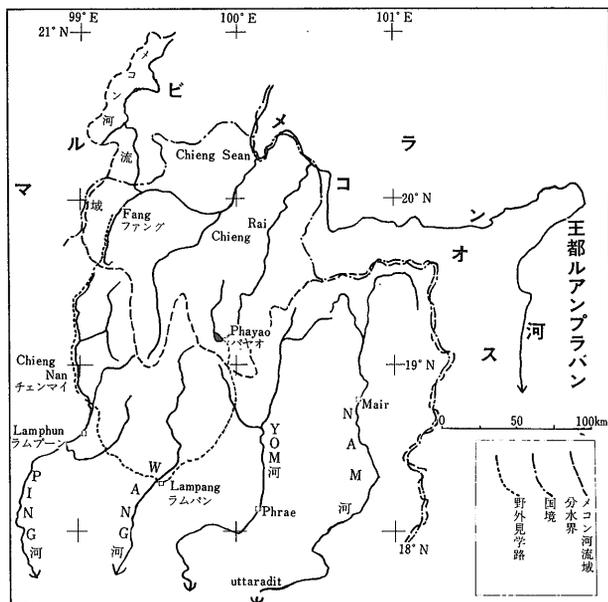
この会合は 本来同大学に地質教室の新しい建物ができる記念に タイの地質と鉱床に関する会合として計画されたもので 1973年8月15—19日に実施の予定であったが その建物の完成がおくれたため 日程・会名とも上記の様に変っている。筆者の他日本人としては CCOP へ地質調査所から派遣の沢村技官 エカフエ関係ではメコン事務局の Dr. D. R. WORKMAN が参加した。チェンマイ大学と共に地質教室のあるこの国唯二の大学—チュラルンコロン大学からは筆者の最後の教え子でもある Mr. VISUT が唯一人しかも私費で参加したのみであり 欧米人の参加もチェンマイ大学の英人・カナダ人

教師と Dr. WORKMAN の他にはみられなかった。

会合は初めの三日間が講述と討議に あと二日間が野外見学にあてられた。初日の5日はチェンマイ大学地質教室主任 Dr. PRINYA NUTALAYA の簡潔な開会の辞に始まり 直ちに同大学教師団によるタイ国の 先寒武系 古生界 中生界 新生界の概観があり つづいて6氏による先寒武紀 古生代に関する個別の講述に移り6日午前に及んだ。第2日の6日には 古生—中生代の個別講述 つづいて新生代の個別講述があり 筆者も1973年春チュラルンコロン大学の学生諸君の野外実習の折見聞した新期堆積物についての知見をのべる機会を与えられた。6日午後にはタイの層序及び火成・変成活動に関するパネルディスカッションが行なわれ 第3日の7日はタイの地質構造に関するパネルディスカッション コーヒーブレイクの後是一般討議が行なわれ 筆者の閉会に当って贈る言葉をもって 正午議場における会合を終った。

第4日8日はチェンマイ—ラムバン—パヤオの谷の地質見学 次の9日にはチェンマイ—ファン谷の地質見学が実施された(第1図)。この他新しい地質教室の施設が公開され 最終年の学生諸君によるマンガンの分光々度計による迅速決定のディスプレイがあった。

この会議は室内・野外ともチェンマイ大学の極めて有能な NUTALAYA 教室主任を中心とする教師団・学生諸君その他の絶大な努力によってすばらしい成果をあげたが この種の会議は筆者の知る限りでは近年この国の大学で行われた例がなく 学術的な講述討論の他には余計なことは一切はぶかれ 時刻も定刻におくれることは殆どなく 本当の地質を学んでいる人々のみの会議であり 頭官大家の空疎な話も 地質・鉱山分野の権威とされてきた高齢の士の教科書的訓話も聞かれず 室内野外を通じ多くの参加者が真摯な態度で 平等な資格で学びあったこ



第1図 タイ北東隅と野外見学路を示す図

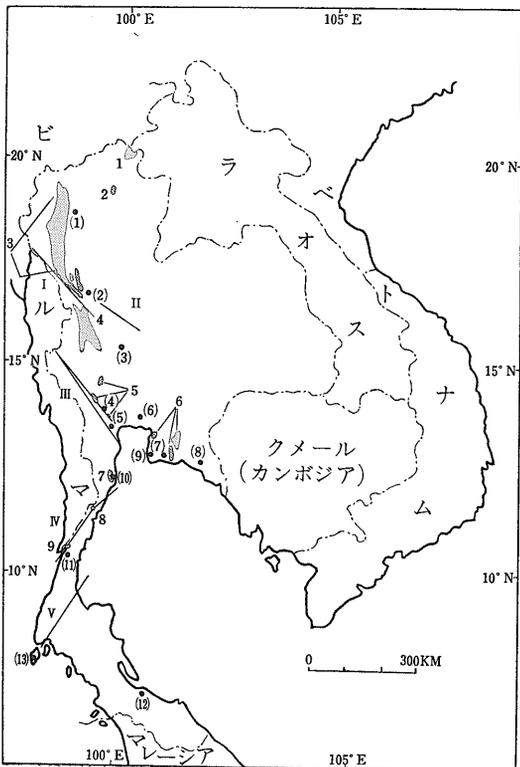
とは この国に10余年をすごす筆者の初めての体験で正に1973年10月の革命的動乱にも比べるべき要素をもちこの国の(精神的に)若い一群の人々が 地質の分野でも新しい動きをみせていることをはっきりと感じることができた。 参会者の中には前述したビスット君の様にチュラルンコロン大学から唯一人しかもその教師団中の最年少者の身で(上司の意に反してかもしれず)参会した人の他に二人 私のかつての教え子でもある女性地質技師 Miss NGARPIS と Miss SUPAPORN がこれも私費ではるばるこの会議のために バンコクからやっており この三人は特に熱心に室内野外とも活動しているのを見て 私は心から嬉しく又誇らかに思った。 しかし彼等三人が私と共にチェンマイ大学の室内設備の見学をした時 彼等の学んだ大学では全くみることもなかった多くの機械器具をまのあたりし 又教室主任を中心とする教師団の一致協力した熱心な活動を見て 私がかつて彼等に「今のままではあらゆる点でチェンマイ大学の方が地質の分野ではよくなるだろう」といつもいっていた事を思いだしているらしい様子が その言動にみえビスット君の如き写真の引伸器が何たるかも知らないのを見た時は たただ胸ふさがる思いがするのみであった。

次に各講述の内 読者諸氏の興味あるいは活用の対象となろうかと思われるもの若干をご紹介します。

「タイ国の変成岩概観」は 1973年チュラルンコロン大学からチェンマイ大学に転じたカナダ人 K. V. CAMPBELL博士によるもので 「タイの地質構造要素と基盤複合岩体の露出」と題する 250 万分の 1 の地図を伴う(第2図)。氏はこの基盤複合岩体の露出を仮に名付けて次の9地区としている:

- 1) Chiang Saen massif 相当物および/又はその一部
- 2) Wiang Pa Pao 片岩
- 3) Chiangmai-Tak 片麻岩帯
- 4) Ban Rai 複合岩体
- 5) Kanchanaburi (カンチャナブリ) 片麻岩類
- 6) Hua Hin 片麻岩
- 7) Thabsake 片麻岩
- 8) Ranong 片麻岩
- 9) Chonburi massif

氏によればこれら基盤複合岩体の露出全部が先寒武紀の岩石からなるわけではなく その露出の大なるものの中には 石炭紀及びこれより新しい(?) 侵入のため生じた火成岩類を含むものがかなりある。 更に又この基盤複合岩体の片麻岩や片岩を生じた変成作用が皆が皆先寒



第2図
タイ国における既知基盤複合岩体と主要構造線帯との分布図
(CAMPBELL, K. V. & NUTALAYA, P. [1973] の図により沢田画)

1. Chiang Saen massif
 2. Wiang Pa Pao schist
 3. Chiangmai-Tak gneiss belt
 4. Ban Rai complex
 5. Kanchanaburi gneisses
 6. Chonburi massif
 7. Hua Hin gneiss
 8. Thabsakae gneiss
 9. Ranong gneiss
-
- (1) Chiangmai
 - (2) Tak
 - (3) Nakhon Sawan
 - (4) Kanchanaburi
 - (5) Ratburi
 - (6) Krung Thep (Bangkok)
 - (7) Rayong
 - (8) Chanthaburi
 - (9) Phattaya
 - (10) Hua Hin
 - (11) Ranong
 - (12) Songkhla
 - (13) Phuket
-
- I Moei-Uthai Thani fault zone
 - II Ping fault zone
 - III Three Pagoda-Ratburi fault zone
 - IV Ranong fault zone
 - V Phangnga fault zone

武紀に起ったものということもできたい。高度の変成作用の時代が先寒武紀とはっきりしているのはごく少数の地域に限られ (a)タイの片麻岩はすべて先寒武紀の地層や 変成作用を示すものであり (b)高度の変成作用を示す鉱物の存することは 変成作用の時代決定に役立つとするのは早計である。タイで働いている地質技師の中には かかる論を信ずるものが多いが 今日までの調査はその数きわめて少なく且不完全なものであって 基盤露出部全部にこれをあてはめることはできない。

1) Chiang Saen massif 相当層及び/又はその一部

BAUM その他 (1970) の北タイ地質図によればメコン河南岸 Chiang Saen 付近に時代未詳の花崗岩と後期三疊紀より古い花崗岩並に花崗閃緑岩 (一部斑状) を記し同じ地区のメコン河を渡った所に WORKMAN (1972) は Chiang Saen massif のラオスにおける最南部を記している。WORKMAN によればこの massif は先寒武紀複合岩体の一部と考えられ 粗粒優白質花崗岩で葉状構造を示さないものからなるという。この花崗岩は地域によっては数種の片麻岩の部分があり; 結晶片岩類 石灰質片岩 変質石灰岩 黒雲母片岩 角閃片岩などの小帯をふくむ眼状片麻岩がみられる。WORKMAN の考では Chiang Saen 北東の地域のこれら花崗岩状岩類はすべて基盤複合岩体に属するか 又はそれから古生代及び/又は中生代の造山期に再可動化作用 (remobilisation) の下に生じたものであるとする。

本論においてはメコン河南岸のこの地域の花崗岩質岩類は Chiang Saen massif のものと同一としておく。

2) Wiang Pa Pao 片岩 (Natalaya 私的通報 1973)

高変成度の黒雲母-珪線石片岩と黒雲母片岩の露出が Amphoe Wiang Pa Pao の北々東約 16km Nam Mae Ko に沿いみられる。その分布範囲は未詳であるがこの川の河床に沿っての露頭は 3km 以上に及ぶ。岩石は中-粗粒 暗灰 葉状構造著しく 平均長さ 5cm 以上の珪線石の斑状変晶を含む。他の成分としては石英 斜長石及び鱗状変晶質黒雲母及び白雲母がみられる。これら片岩類は古生層の不整合に覆う所となり NUTALAYA は先寒武紀のものと考えている。

3) Chiangmai-Tak 片麻岩帯

BROWN その他 (1951) がチェンマイ西方から先二疊系を報じたのが最初で 之によればその中には準片麻岩類があり これは一見した所 花崗岩の溶けたものが恐らくカンチャナブリ統に属すと思われる頁岩砂岩中に層々貫入して生じたものの如くであるという。

BAUM その他 (1970) はこれら諸岩を更に詳述し その露出は 長さ約 120km 幅 50km に及ぶ南北方向の一複背斜の芯部をなすものとしている。片麻岩類と片岩類とは 本来堆積岩であったものが強い影響を 構造的な深部における anatexis と花崗岩化作用とからうけてきたものとされている。これら諸岩を不整合におおっているものは変成度のこれより低い寒武紀奥陶紀の地層で その源岩と高度の広域変成作用との時代は先寒武紀と考えられている。この結果は重要で BAUM その他のこの成果以前にはタイの片麻岩様岩類は ただ先二疊紀としてしかわかっていなかった。二次的花崗岩化作用と anatexis とは 基盤複合岩類に対し初期石炭紀造山作用の際 影響を与えたものと思われる。

チェンマイの南では片麻岩類の層序は BAUM その他によれば 次の如くである:

- 最上部: 一黒雲母結晶質石灰岩(20m)
- 一薄層をなす石灰質及珪岩質岩類(20m)
- 一細粒片状眼状片麻岩類で緑泥石化した黒雲母少量を伴う(500m)
- 一黒雲母片岩類で結晶質石灰岩を挟有する。しばしば石灰-珪酸鉱物類に移化(厚さ未詳)

深度が大となるに従い anatexis の度が加り その結果層序区分が不明瞭となる。

チェンマイ北西における岩類は BAUM その他によるに 烈しく褶曲をうけた一連の粗粒片麻岩類 結晶質石灰岩 石灰-珪酸鉱物岩類及び黒雲母片麻岩類よりなり 石英礫の礫岩類を含む。この礫岩からするとかかる変質水成岩類の中には 更に古い結晶質源岩に由来するものがあると思われる。

Bhumipol ダムの付近 Sam Ngao の西に PIYASIN (1972) の報ずる所では先寒武紀片岩 片麻岩がみられる。片岩は灰乃至灰褐色 葉状構造の発達著しく 線構造をもつ。片岩類中の鉱物としては 石英 斜長石 黒雲母 白雲母 局部的に少量の柘榴石 珪線石 堇青石 ピニ石および緑泥石がある。これらの岩石は 結晶質石灰岩片岩類の上ののるが この片岩類は白色から淡灰緑色塊状粗粒 粒状変晶質から葉状構造を示し 珪岩および石灰珪酸鉱物を挟有する。これら片状諸岩の鉱物の中には方解石があり これに伴って副次的に石英・斜長石・黒雲母・緑簾石・黝簾石又局部的に角閃石・透角閃石・透輝石・柘榴石・白雲母及び電気石がある。Bhumipol ダム地区の片麻岩は 黒雲母-微斜長石片麻岩で; 灰色塊状 線状構造発達し 微斜長石と黒雲母とからなり 副次的に白雲母・斜長石・石英を含む。局部的に少量の珪線石・緑簾石・緑泥石・燐灰石・風信子

鉍および電気石がみられる。

NUTALAYA (1973) によれば Bhumipol ダムの片麻岩類は 先寒武紀の結晶質石灰岩 石灰珪酸鉍物岩類 雲母片岩および黒雲母微斜長石片麻岩の挿入された一連のものであり (an intercalated sequence) 四つの変成期がこれら諸岩中に現れている。第1期は貴柘榴石角閃岩相中にあったもので 構造的には貫入層面片理 (a penetrative bedding plane schistosity) 発達や等斜褶曲運動と同時のものである。第2の黒雲母帯中の変成作用の発達したのは転位開閉 slip cleavages や横臥褶曲の生成期中であった。これにつづいて熱性変成作用がありこれはこの地区の両雲母花崗岩類の進入に伴うものである。その結果 諸岩は紅柱石や堇青石の組合せを更にうけることとなる。逆戻りの絹雲母—緑泥石の生成は第4すなわち最後の作用を記録するものである。

HEIM と HIRSCHI (1939) (BROWN その他1951に引用) が最初に Tak 西方の雲母片岩 千枚岩を挟む眼状準片麻岩或は花崗片麻岩の一角帯を報じている。それによるとこれら諸岩は巨晶花崗岩の小脈により切られ 局部的に電気石燐灰石を伴う。

チェンマイ大学の Tak における未公表成果 (1971) によれば 片麻岩状岩類は2帯をなして存し これを分つものは後期古生代および中生代堆積岩類の地塊断層によって切られたものである (block faulted)。東帯は大部分花崗片麻岩よりなり この片麻岩は西の方 古生層の石灰岩上に衝上している。不変成帯の西側には先寒武紀のものといわれる斑状変晶質片麻岩類と石灰珪酸鉍物岩類との西帯がある。

CAMPBELL (1973a) の報ずる所では この片麻岩帯は見かけの厚さ 3km 程度で 各級粒度の長石斑状変晶質片麻岩 縞状石灰珪酸鉍物および珪岩質岩類 ミグマタイト (融合岩) および巨晶花崗岩からなる。岩石は大部分準片麻岩で これに伴うものにミグマタイト 正片麻岩があり これは進入相より生じたものである。準片麻岩は角閃岩相の中性長石・緑簾石・角閃岩亜相に変質している。初期古生代より後の変形の結果 片麻岩類は片麻岩の西にある珪岩 含雲母結晶質石灰岩 石灰岩および細粒碎屑岩類からなる変成度の低い初期古生代の (本来は上位にくるべき) 地層の上に構造的にはのっかっている。この片麻岩帯の西縁には覆瓦状構造 東縁には圧碎のそれぞれの証拠がある。角閃岩相変成作用に重複して起っているのが 緑色片岩相中の貫入変形 penetrative deformation と局部的再結晶とである。このことが起ったのは初期古生代よりあとで 下部古生層が層序の上からは転倒し又緑色片岩相の変成作用をうけ

たのと同じ時期であったと思われる。

同一地区を更に調査した結果 (CAMPBELL: 1973b) 厚さ約 3—400m 長さ少なくとも 6km の図上に記しうる単位が長石斑状変晶質片麻岩にあることを認めた。この単位は縞状薄層理の結晶質石灰岩 石灰珪酸鉍物岩 珪岩質岩よりなる。この単位の境は周囲の片麻岩とは不整合的で これはこの単位の強靱性が非常にちがう所からうけた機械的分離と断層とを反映しているものと信ぜられる。進入活動には2期あったことがこの片麻岩体中に認められた (CAMPBELL: 1973b)。第1期は淡灰色粗粒から斑状変晶質花崗片麻岩の生成で この片麻岩は長石斑状変晶質片麻岩に進入している。この優白質花崗片麻岩は 周囲のこれをかこむ片麻岩の片麻岩構造 (gneissosity) とは整合的である。花崗片麻岩に近く珪線石のあることが認められ 変成作用の程度はC博士が前に報じた以上に多分高いものと思われる。第2期は灰色中粒の花崗閃緑岩体の進入で これに貫かれる片麻岩および優白質片麻岩との関係は 整合的のこともあり不整合的のこともある。所によっては花崗閃緑岩は長石斑状変晶質片麻岩を交代し 斜長石の斑状変晶をカリ長石に変えている。花崗閃緑岩はこれに貫かれる片麻岩類のそれと平行な弱い葉状構造を示す。

4) Ban Rai 複合岩体

Nakhon Sawan 地区の地質図作成の結果 (SRIPATANAWAT, 個人的通報 1973) 1969年のタイ全国地質図にある Uthai Thani 南西の片麻岩は存在しないことがわかった。先寒武紀の片麻岩は実際は Uthai Thani 北西の Ban Rai 近傍に露出している。この片麻岩は細粒から粗粒或は眼状の準片麻岩および正片麻岩であって 黒雲母片麻岩 黒雲母片岩 石灰珪酸鉍物岩類および黒雲母結晶質石灰岩よりなる。珪線石の存在も報ぜられている。

5) カンチャナブリ片麻岩類

BROWN その他 (1951) の報ずる所では カンチャナブリ北西方の Mae Klong 河谷に露出する片麻岩は不整合に Ratburi 石灰岩 (上部石炭系から二疊系) の覆り所となり 従って先二疊紀のものとされていた。Thonburi-Saphanburi 地区において最近地質図作成が行なわれた結果 (BUNOPAS および THIRADILOK, 個人的通報 1973) Mae Klong の露出地域の他にもこの地方に二個所片麻岩地区のあることがわかった。その一つはカンチャナブリ北方にあって 東に向かって下部古生層上に衝上しているという。もう一つは三個所中最小の露出で Ratburi 北西にあって 北西方向の Mae Klong 線様地または

Three Pagoda-Ratburi 断層帯とよばれるものの中にみられる。

6) Hua Hin 片麻岩

BROWN その他 (1951) により Hua Hin 近傍から北方にのびる細長い地帯をなして 先二疊紀片麻岩のあることが記されている。

チェンマイ大学の未公表資料 (1973) によれば その範囲は BROWN 他の地質図に示されたものよりはるかに小さく この地質図 (および1969年のタイ全国地質図) にみられるものの北部は実際は花崗岩の侵入体よりなる。Hua Hin片麻岩の時代は現在のところ この最近の調査の結果 先寒武紀のものと考えられている。縞状石灰珪酸鉱物岩類 長石斑状変晶質片麻岩および 黒雲母片麻岩が露頭構成岩類であり 珪線石の存在がここにも知られている。

7) Thabsake 片麻岩および 8) Ranong 片麻岩

これら露出地域については 1969年タイ全国地質図にその位置の示されている他は全く資料がない。両地域とも Ranong 断層帯中にあるものの様であり 恐らく基盤の細断され来たものであろう。

9) Chonburi massif

BROWN その他 (1951) が最初に Chonburi, Rayong 両県の先二疊紀片麻岩状岩類を記載し これは著しい長石の眼状或は斑状変晶質縞状雲母花崗岩類よりなる正片麻岩の広大な露出であるとした。葉状構造にそって貫入しているものにレンズ状および薄板状 (stringers) をなす巨晶花崗岩があり これには小囊状の白雲母および時に小結晶体をなす緑柱石がみられる。黒色電気石の細脈や塊状石英の脈は普通である。

BURTON 及び BIGNELL (1969) は Rayong 県 Khao Thaphao Khwam の一試料につき絶対年代調査を行っているが ここは BROWN その他の先二疊紀片麻岩中に含まれる地域の一つである。この地点の岩石は両雲母英雲閃緑岩で Rb/Sr (全岩) 年代は 272 ± 14 my, K/Ar (白雲母) 年代 72 ± 3 my であって これによりこの露出部および Rayong 北方および北西方の同様の岩石類は後期石炭紀の片麻岩状或は葉理を呈する花崗岩であることとなる。

WORKMAN (1972) によれば Chonburi, Rayong 両県のかかる露出部は大部分先寒武紀の基盤複合岩体に属す。Chonburi 片麻岩は石英長石片麻岩類 ミグマタイト類および各種の花崗岩類よりなる。花崗片麻岩類中またはその縁辺部には低度変成岩類の帯状体があって これ

は下部古生層に属すものではないかと思われる。葉理を示さぬ花崗岩 文象斑岩および巨晶花崗岩もみられる。WORKMAN の考ではこれは恐らく基盤の再移動部 (mobilized fractions) であるか或はその反対に 新期花崗岩活動の諸期のものかもしれないとする。

チェンマイ大学の未公表資料 (1971) によると Chonburi massif の北西隅に露出する片麻岩は縞状石灰珪酸鉱物岩類を含む。

SIRIPHOKAKIT 及び WONGSAWAT (1972) の地質図幅調査の結果 Chonburi, Rayong 両県の片麻岩地区は BROWN その他がその図に示した程大きくもなく連続性もないことがわかった。更に1969年のタイ全国地質図に示された片麻岩で Chantaburi 北方クメール (カンボジア) 国境にそってあるものは実際は古生代の堆積岩である。(つづく)

(筆者は元所員 現バンコク ESCAP 事務局)

引用文献

- BAUM, F., von BRAUN, E., and others; 1970, On the geology of Northern Thailand, *Beih. Geol. Jb.*, v. 102, 23 p.
- BROWN, G., BURAVAS, S., and others; 1951, Geological reconnaissance of the mineral deposits of Thailand, *U.S.G.S. Bull.* 984, 183 p.
- BURTON, C. K. and BIGNELL, J. D.; 1969, Cretaceous-Tertiary events in Southeast Asia, *G.S.A. Bull.*, v. 80, p. 681—688.
- CAMPBELL, K. V.; 1973a, Structural setting and metamorphic grade of the Lansang gneiss, *Geol. Soc. Thailand Newsletter*, v. 6, n. 2, p. 32—44.
- CAMPBELL, K. V.; 1973b, Metamorphic and deformational events recorded in the Lansang gneiss, paper in preparation, summary presented at Conference on the Geology of Thailand, Dec. 5—9, Chiangmai University.
- Geological Map of Thailand; 1969, Geological Survey of Thailand, Department of Mineral Resources, Bangkok.
- NUTALAYA, P.; 1973, Geology of the Bhumipol Dam area, Tak Province, Thailand, paper presented at Conference on the Geology of Thailand, Dec. 5—9, Chiangmai Univ.
- PIYASIN, S.; 1972, Geology of the Uttradit Sheet, *Geol. Soc. Thailand Newsletter*, v. 5, n. 5 and 6, p. 7—10.
- WORKMAN, D. R.; 1972, Geology of Laos, Cambodia, South Vietnam and the eastern part of Thailand—a review, *Institute of Geol. Sciences, Report n. 19*, 49 pp.
- SIRIPHOKAKIT, W. and WONGSAWAT, S.; 1972, unpublished map entitled 'Lithologic map of the eastern Thailand', Ground-water Division, Department of Mineral Resources, Bangkok.
- 付録1：後期原生代(?)および初期古生代変成堆積岩類に関する文献若干の摘要紹介(省略)