

広島大学学術情報リポジトリ
Hiroshima University Institutional Repository

Title	Über das "Feld der Metamorphose" der Sanbagawa kristallinen Schiefer: besonders in Bezug auf Bildung des kristallinen Schiefergebietes in Zentral-Sikoku.
Author(s)	Kojima, George
Citation	Journal of science of the Hiroshima University. Ser. C, Geology , 1 (1) : 1 - 18
Issue Date	1951-03-20
DOI	
Self DOI	10.15027/52896
URL	https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00052896
Right	
Relation	



Über das "Feld der Metamorphose" der Sanbagawa kristallinen Schiefer — besonders in Bezug auf Bildung des kristallinen Schiefergebietes in Zentral-Sikoku.

von

George Kojima*

INHALT

I Einleitung.

II Der Begriff des "Feldes der Metamorphose" und der Zusammenhang zwischen Erscheinungen und Feld.

III Der Zusammenhang zwischen Bauformen und Metamorphose vom Sanbagawa kristallinen Schiefergebiet in Zentral-Sikoku — Das Bildungsfeld der Sanbagawa kristallinen Schiefer.

1. Bauformen, im allgemeinen.

2. Die allgemeine Art der Metamorphose.

3. Bauformen und die Metamorphose in der albitporphyroblastlosen Schieferzone.

4. Bauformen und die Metamorphose in der Albitporphyroblastenschiefer-Zone.

5. Die Bildung der Albitporphyroblastenschiefer-Zone.

Appendix — Über die Bildungsweise des Kieslagers vom Bessi-Typ.

IV Die Differentiation des metamorphen Feldes von den Sanbagawa kristallinen Schiefen.

1. Die Rolle der Ausgangsmaterialien bei der Differenzierung des Feldes.

2. Verformungstypen von den verschiedenen Stoffen.

3. Metamorphe Differentiation.

V Nachschrift.

I Einleitung.

In seiner früheren Abhandlung¹⁾ hat der Verfasser die im Harker'schen Lehrbuch der Metamorphose aufgenommene Grundanschauung der progressiven regionalen Metamorphose und den besonders von P. Eskola entwickelten Begriff der metamorphen Fazies kritisch erörtert. In diesem Beitrag hat er nach seinen geologischen Studien vom Sanbagawa kristallinen Schiefergebiet im südwestlichen Japan die Grundidee der vorigen Abhandlung sachlich entwickelt. Seine geologische Forschungspraxis ist hauptsächlich in Zentral-Sikoku geübt, und

* Geologisches und Mineralogisches Institut, Universität für Literatur und Naturwissenschaft zu Hiroshima (Universität zu Hiroshima).

1) G. Kojima: Über die geologischen Bildungsbedingungen der kristallinen Schiefer (auf Japanisch). Journ. Ass. Geol. Collabor., 2, (2), 1948.

einige Ergebnisse¹⁾ sind schon dargelegt. Aber viele Beobachtungen sind noch nicht veröffentlicht, wegen der Ungunst der Zeiten.

Der Verfasser hat in diesem Beitrag allgemeine Verhältnisse oder Zugehörigkeiten zwischen Vorgängen versucht, indem er das Feld der Vorgänge durch ihre Bildungsbedingungen bestimmt. Er hat als die Feldbestimmenden Bedingungen die durchgeführten Energien und chemischen Substanzen einschliesslich der physikalischen Bedingungen (p, T) aufgenommen, und die Verhältnisse zwischen den quantitativen Veränderungen der durchgeführten Energien und Substanzen und den qualitativen Charakteren der Erscheinungen versucht. Erscheinungsformen im kristallinen Schiefergebiet müssen als Erfolge der wechselseitigen Wirkungen zwischen den allgemeinen Bildungsbedingungen des Feldes und den Ausgangsmaterialien aufgefasst werden. Auf diese Auffassungsweise ist die örtliche Differentiation des Feldes zu begreifen.

Diese Studium hat sich unter Kritik und Anregungen von Vorgängern und Kollegen entwickelt. Unter ihnen danke der Verfasser besonders Prof. Seitarō Tsuboi, Prof. Jun Suzuki, Prof. Yoshirō Kinosaki, Prof. Sotoji Imamura, Prof. Teiichi Kobayashi, Hr. Yoshikazu Horikoshi, Dr. Haku Koide, Dr. Shōji Ijiri, Prof. Tatsurō Matsumoto, und Dr. Masao Gorai. Er verwendete auf die Kosten der Felduntersuchungen die Wissenschaftliche Forschungsausgabe des Unterrichtsministeriums.

II Der Begriff des "Feldes der Metamorphose" und der Zusammenhang zwischen Erscheinungen und Feld.

Das Feld der Metamorphose lässt sich als der Raum der Erdkruste definieren, in dem die betreffenden speziellen Bedingungen predominieren. Als die Feldbestimmenden allgemeinen Bedingungen lassen sich einschliesslich der gemeinsamen physikalischen Bedingungen (p, T) die durchgeführten Energien (thermisch und kinetisch) und chemischen Substanzen ("Emanationen") aufnehmen. Die Erscheinungen im

1) G. Kojima: On stilpnomelane in green-schists in Japan. Proc. Imp. Acad. Tokyo, 20, 322-328, 1944.

G. Kojima, Journ. Geol. Soc. Japan, 54, 108-109, 1948.

G. Kojima, *ibid.*, 54, 109-110, 1948.

G. Kojima, *ibid.*, 56, 339-344, 1950.

G. Kojima und Chiharu Mitsuno, *ibid.* 56, 361-367, 1950.

Feld der Metamorphose werden als harmonisch mit den Bedingungen des Feldes bezeichnet, wenn sie als die Integrationen der Teilvorgänge aufzufassen sind, die die Erfolge der wechselseitigen Wirkungen zwischen den obengenannten allgemeinen Bildungsbedingungen des Feldes und den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Ausgangsmaterialien sind. In diesem Falle ist die Erscheinung nicht zufällig zu den Bildungsumständen des Feldes. Im Gegenteil, wenn die Erscheinung zufällig zum Feld ist, so lässt sie sich als disharmonisch mit den Bedingungen des Feldes bezeichnen. Disharmonische Erscheinungen können nicht als die Integrationen der Teilvorgänge erfasst werden, die die Erfolge der wechselseitigen Wirkungen zwischen den durchgeführten Energien und Substanzen und den Ausgangsmaterialien unter den gemeinsamen physikalischen Bedingungen des Feldes sind.

C. E. Wegmann¹⁾ hat einen wesentlichen Unterschied sowohl in Tektonik als in petrogenetischen Verhältnissen zwischen "Oberbau" und "Unterbau" der Erdkruste deutlich gemacht. Die tektogenetischen und petrogenetischen Erscheinungsformen des Unterbaus müssen als die Integrationen der Teilvorgänge unter Zufuhr der Wärme und Emanationen aufgefasst werden. In diesem Sinne sind sie harmonisch mit den Bedingungen des Unterbaus. Tom. F. W. Barth²⁾ hat gezeigt, dass es keine scharfe Grenze zwischen magmatisch und nichtmagmatisch im Unterbau der Erdkruste gibt, und die neue Bezeichnung, die migmatischen Gesteine (syntectic rocks) vorgeschlagen. Die Benennung und Deutung der eruptiven Gesteine passen nur für das Feld des Oberbaus, da die formallogische Kausalität nur an den disharmonischen Erscheinungsformen aufgestellt werden kann. In gleicher Weise sind die Begriffe wie Kontaktmetamorphose, post-magmatische Wirkung, Erzbringer, usw. auf den Erscheinungsbereich der harmonischen Zone nicht anwendbar. Mancherlei Erscheinungsformen in der harmonischen Zone müssen als die Integrationen der Teilvorgänge auf- und zusammengefasst werden. Wegmann hat den Bildungsraum der kristallinen Schiefer als eine Übergangszone zwischen dem Unterbau und dem Oberbau aufgefasst. Aber nach den Verfassers Untersuchungen im Sanbagawa kristallinen Schiefergebiet ist gezeigt, dass das Gebiet eine der harmonischen Zonen der Erdkruste war.

1) C. E. Wegmann: Zur Deutung der Migmatite, Geol. Rdsch., 26, 305-350, 1935.

2) Tom. F. W. Barth, Bull. Geol. Soc. Amer., 47, 775-850, 1936; Die Entstehung der Gesteine, Berlin, 1939, Erster Teil, Die Eruptivgesteine, S. 115.

Die Grösse des Feldes der Metamorphose lässt sich nach den angenommenen Bedingungen oder Bedingungsbereichen bestimmen. In diesem Falle muss der Erscheinungsbereich dieselbe Grössenordnung wie sie des Feldes der Metamorphose haben, solange die Erscheinungen harmonisch mit dem Feld sind. Im Gegenteil hat die Grösse des disharmonischen Erscheinungsbereich mit derjenigen des Feldes nichts zu tun.

III Der Zusammenhang zwischen Bauformen und Metamorphose vom Sanbagawa kristallinen Schiefergebiet in Zentral-Sikoku — Das Bildungsfeld der Sanbagawa kristallinen Schiefer.

1. Bauformen, im allgemeinen.¹⁾

Das kristalline Schiefergebiet in Zentral-Sikoku ist aus etwas langen Kuppeln und Schüsseln oder kuppelartigen Antiklinalen und schüsselartigen Synklinalen, und liegenden Antiklinalen und Synklinalen zusammengesetzt (Tafel 1). Kuppelartige Antiklinalen und schüsselartige Synklinalen sind 15~30 Km lang und 5~7 Km breit. Die typische liegende Synklinale bei Asatani, Sirataki-Distrikt, ist 20~30 Km lang und 3 Km breit. Die Länge der beiden Bautypen ist also fast gleich. Aber die Breite der liegenden Falten ist nicht gleichmässig wegen der Stauung von mehreren liegenden Falten (Bessi-Ikadatu-Sirataki-Gegend).

Bei Aufschlüssen und in Minengängen kann man kleinere Falten erkennen. Die Wellenlänge dieser kleineren Falten ist von mehrerem M bis zu mehrerem 10 M. Diese kleinere Falten lassen sich an Schwarzschiefern,²⁾ Kieselschiefern²⁾ und Grünschiefern²⁾ gut entwickeln. Noch kleinere Falten der Grössenordnungen von mehrerem Cm bis zu mehrerem 10 Cm (Umfaltungsstruktur) und von mehrerem Mm (Mikrofalten) sind auch vorhanden.

1) G. Kojima; Stratigraphie und Struktur vom kristallinen Schiefergebiet in Zentral-Sikoku (auf Japanisch, mit der englischen Zusammenfassung). Journ. Geol. Soc. Japan (im Druck).

2) Schwarzschiefer, Kieselschiefer und Grünschiefer sind die Schiefer, metamorphosiert jede für sich aus Tonen, kieseligen Sedimenten, und basischen oder ultrabasischen Eruptivgesteinen. Die aus Sandsteinen metamorphosierten Schiefer sind getrennt von ihnen als Sandsteinschiefer. Die Petrographie der betreffenden Schiefer wurde von J. Suzuki (Journ. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., Ser. IV, 1, (1), 27-111, 1931) dargelegt.

2. Die allgemeine Art der Metamorphose.

Nach dem Begriff des metamorphen Grad im Sinne der Barrow-Tilley'schen Zoneneinteilung gehören die kristallinen Schiefer dieses Gebietes meistens zur Chloritzzone, oder nach dem Prinzip der metamorphen Fazies von Eskola zur Grünschieferfazies. Man kann auch in diesem Gebiet hie und da¹⁾ fast nichtmetamorphosierte Tonschiefer und Sandsteine finden. Serizit und Chlorit sind in den kristallinen Schiefen dieses Gebietes nebeneinander im Gleichgewicht vorhanden. In früheren Schriften wurde die Existenz der Biotitschiefer berichtet. Aber der Verfasser hat in seinen früheren Arbeiten²⁾ geklärt, dass die sogenannten Biotitschiefer als Stilpnomelanschiefer aufgefasst werden müssen, welche die Produkte der metamorphen Differentiation von niedergradigen Grünschiefern sind. In der Umgebung vom Bessi-Bergwerk ist Biotit in und um Amphibolit-Massen berichtet.³⁾ Aber der Biotit in diesen Schiefen ist phlogopitisch, und mineralogische Zusammensetzungen der Amphiboliten und die begleitenden Gesteine sind nicht diejenigen der Biotit- oder noch höhergradigen Zonen.

3. Bauformen und die Metamorphose in der albitporphyroblastlosen Schieferzone.

Es ist dem Unterschied der Bedingungen des sich plastisch deformierenden Feldes zuzuschreiben, dass die Bauformen der albitporphyroblastlosen Schieferzone sehr verschieden von denjenigen der nichtmetamorphosierten Zone sind. Da in Zentral-Sikoku die metamorphe Zone (Sanbagawa-Zone) und die nichtmetamorphe Zone (Titibu-Zone) von einer Störungszone (Mikabu-Zone) getrennt sind,⁴⁾ kann man nicht den Übergang der Bauformen und der Art der Metamorphose von der nichtmetamorphen Zone in die metamorphe Zone verfolgen. Aber nördlich von Tokuyama, östlich von Suma, Sugane-Mura, Tuno-

1) Es ist zu bemerken, dass fast nichtmetamorphosierte Gesteine in der Nähe der Albitporphyroblastenschiefer-Zonen vorhanden sind.

2) G. Kojima, Proc. Imp. Acad. Tokyo, 20, 322-328, 1944; Journ. Geol. Soc. Japan, 54, 108-109, 1948.

3) Y. Horikoshi, Journ. Geol. Soc. Japan, 45, 655-666, 1938.

4) G. Kojima, Journ. Geol. Soc. Japan, 56, 339-344, 1950 (auf Japanisch, mit der englischen Zusammenfassung).

Gun, Yamaguti-Präfektur, ist dieser Übergang zu beobachten.¹⁾ Dort besteht die nichtmetamorphe Zone aus der monoklinen Wechselagerung von Sandsteinen und Tonschiefern, deren Mächtigkeit und Streichen fast gleichmässig sind. Je höher der metamorphe Grad nach Westen steigt, desto komplizierter wird der Faltenbau. Schichten der Sandsteinschiefer zeigen einen sehr komplizierten wellenförmigen Faltenbau, und Schwarzschiefer-Massen vertreten meist steil-geneigte Störungszonen. Dies scheint auch in Zentral-Sikoku der Fall zu sein, wenn man die Bauformen der Sanbagawa-Zone und diejenigen der Titibu-Zone vergleichend untersucht. Das zeigt den Unterschied an Bewegungsformen zwischen dem nichtmetamorphen Oberbau und dem metamorphen Zwischenbau der Erdkruste.

Der Verfasser hat in diesem Gebiet das Vorhandensein der ungewöhnlich konstant (fast E-W) streichenden, und nach N oder S mit 80° bis 90° einfallenden Scherflächen gefunden. Aus mikroskopischen Untersuchungen ergibt sich, dass diese Scherflächen nach der Bildung von Serizit, gleichzeitig mit der Ausscheidung von Quarz aus Restlaugen gebildet wurde. Diese Tatsache zeigt, dass die obenerwähnten Faltenformen nicht echte Falten, sondern Scheinfalten — Scherfalten oder Fliessfalten — sind, und also dass sie von dem Gesetz der Stauchfaltengrösse unabhängig sind.

Aus diesen Verhältnissen kann man schliessen, dass die grossartigen Strukturen als die Integrationen der Teilvorgänge zur Erscheinung treten. Die Bildung der porphyroblastlosen Schiefer und die tektonogenetische parakristalline Bewegung lassen sich als harmonisch mit dem Feld der Sanbagawa kristallinen Schiefer auffassen.

4. Bauformen und die Metamorphose in der Albitporphyroblastenschiefer-Zone.

Es ist aus den früheren Untersuchungen²⁾ von den Santagawa kristallinen Schiefergebieten bestätigt, dass Albitporphyroblastenschiefer die schmalen Zonen in weiten albitporphyroblastlosen Schieferzonen bilden. Auch im betreffenden Gebiet bilden Albitporphyroblastenschiefer die folgenden schmalen Zonen:

- 1) die Zone, südlich von der Grossen Medianspaltenlinie (Median

1) G. Kojima, Journ. Geol. Soc. Japan, 53, 85-86, 1947.

2) Y. Horikoshi & T. Katano, Journ. Geol. Soc. Japan, 47, 91-102, 1940.

Dislocation Line), in welcher die Bergwerke von Kôtu, Minawa, usw. enthalten sind. Die Breite der Zone ist im allgemeinen 2~3 Km,

- 2) die Zone, in welcher die Bergwerke von Sirataki, Ikadatu, Bessi, usw. enthalten sind, gestreckt nach der Richtung WNW-ESE, mit der Maximalbreite von 8 Km, und
- 3) die Zone, in welcher das Bergwerk von Sasare enthalten ist, gestreckt nach der Richtung E-W, oder WNW-ESE, mit der Breite von 2 Km.

Wenn die strukturelle Analyse von diesen Zonen auch nicht vollendet ist, so doch hat sich ergeben, dass es im Sirataki-Distrikt eine liegende Falte gibt, südlich vergierend gegen die kuppeartige Antiklinale von Nôtaniyama-Nakasitiban.¹⁾ In der Zone vom Kôtu-Bergwerk, südlich von der Grossen Medianspaltenlinie, ist eine embryonale, südlich vergierende liegende Falte analysiert. In der Zone vom Sasare-Bergwerk ist die Nebeneinanderstellung der Gesteinsschichten sehr ähnlich derjenigen des Sirataki-Distrikts. Daher kann man sich vorstellen, dass es sich auch in jener Zone um die ähnliche Struktur handelt wie sie in diesem Distrikt. Es ist aber zu bemerken, dass die Struktur im Sasare-Distrikt nach N vergiert.

Aus diesen Beobachtungen lässt sich folgern, dass die Albitporphyroblastenschiefer-Zonen im Sanbagawa kristallinen Schiefergebiet von den übrigen albitporphyroblastlosen Zonen durch den stark unsymmetrischen Faltenbau zu unterscheiden sind. Der Rahmen der Albitporphyroblastenschiefer-Zone ist in Übereinstimmung mit demjenigen der liegenden Falten. Die Bauform und die Art der Metamorphose stehen also in Zugehörigkeitsbeziehung zueinander. Diese Bauform ist harmonisch mit dem Feld, in dem Albitporphyroblastenschiefer gebildet werden. Die Albitporphyroblastenschiefer-Zonen sind sporadisch im Sanbagawa kristallinen Schiefergebiet, aber sie haben auffallende Gemeinsamkeiten miteinander. Also ist die Bildung der Albitporphyroblastenschiefer lokal auf der einen Seite und auch regional auf der anderen Seite im metamorphen Feld der Sanbagawa kristallinen Schiefer. Sie ist aufzufassen nicht nur als eine lokale Erscheinung, sondern auch in Beziehung zur weiteren Geschichte der Sanbagawa kristallinen Schiefer.

1) K. Hide, Journ. Geol. Soc. Japan, 56, S. 248, 1950.

5. Die Bildung der Albitporphyroblastenschiefer-Zone.

Die hier als Albitporphyroblastenschiefer zusammengestellten Gesteine sind die durch das Zuwachsen der Porphyroblasten von Albit gekennzeichneten kristallinen Schiefer. Daneben nimmt meistens die Korngrösse stark zu, und die Ummineralisierung ist vollkommen. Die Art und der Charakter der Mineralien sind umgewandelt,¹⁾ und oft findet sich die Neukristallisierung oder die Vergrösserung von Granat, Turmalin, Biotit, Apatit, usw. Trotz dieser Veränderungen aber, wie Y. Horikoshi²⁾ hingewiesen hat, gehören die kristallinen Schiefer in diesem Gebiet mitsamt den Albitporphyroblastenschiefern zur gleichen metamorphen Zone,³⁾ d. h. zur Chloritzzone oder zur oberen Epizone. In dieser zehn Jahre seit der Betrachtung von Y. Horikoshi⁴⁾ im Bessi-Distrikt sind keine Beiträge zum Problem von der Bildung der Albitporphyroblastenschiefer veröffentlicht worden. Horikoshi hat die Albitporphyroblastenschiefer (die sogenannte Bessi-Serie) als eine Art der Mischgesteine erklärt, die von Phylliten (Semischiefen) der sogenannten Ôboke-Serie hergekommen sind unter den postmagmatischen Wirkungen von dem als Amphibolite, Peridotite und Serpentinite zum Ausdruck gebrachten, synkinematischen Plutonismus, welche Anschauung schon S. Tsuboi, T. Tomita, u. a. geäussert hatten. Diese Anschauung entstand aus geologischen Studien im Bessi-Distrikt, in dem grössere Massen von Amphiboliten, Peridotiten, Serpentiniten, und anderen ultrabasischen Gesteinen vorhanden sind. Der Verfasser hat aber andere Meinung über die Bildungsweise der Albitporphyroblastenschiefer-Zone und der in ihr befindlichen schiefrigen Amphibolite.⁵⁾ Nach den folgenden Tatsachen, beobachtet in den Distrikten von Sirataki, Sasare, Minawa, Kôtu, usw. in Zentral-Sikoku, lassen sich die Albitporphyroblastenschiefer und die schiefrigen Amphibolite—mindestens die grössten Teile davon—als Produkte des synkinematischen

1) Y. Horikoshi, Journ. Geol. Soc. Japan, 45, 290-301, & 342-351, 1938.

2) Y. Horikoshi, Journ. Geol. Soc. Japan, 45, 290-301, 1938.

3) H. Koide (Bull. Tokyo Imp. Univ. Forests, No. 24, 1937) hat geäussert, dass die Grünschiefer mit Albitporphyroblasten mehr retrogressiv metamorphosierte Gesteine sind als Metadiabase.

4) Y. Horikoshi, Journ. Geol. Soc. Japan, 44, 121-140, 1937; op. cit., 1938.

5) Unter Amphiboliten versteht der Verfasser, nach dem gewöhnlichen Gebrauch der japanischen Geologen, die Gesteine, welche grössere Kristalle von der Amphibolgruppe als einen Hauptgemengteil enthalten. Grünschiefer mit feinen Nadeln von aktinolitischen Amphibolen werden ausgeschlossen. Im allgemeinen haben Amphibolite, ausser Amphibolen, mehr oder weniger auch Epidote, Chlorite, Titanit, Serizit, Granate, Albit (meistens $Ab_{90} An_{10} \pm$), usw., die Mengenverhältnisse dieser Minerale sind veränderlich.

Metasomatismus auffassen.

- 1) Amphibolite befinden sich ausschliesslich in Albitporphyroblastenschiefer-Zonen, gekennzeichnet durch liegende Falten. Sie sind nicht zu finden in albitporphyroblastlosen Zonen, gekennzeichnet durch flache wellenförmige Faltenstrukturen. Nicht immer sind aber Amphibolite in allen Albitporphyroblastenschiefer-Zonen zu finden. Es zeigt sich, dass Amphibolite und Albitporphyroblastenschiefer immer in stark durchbewegten Zonen auftreten. Da liegende Falten die beträchtliche seitliche Verkürzung zeigen, ist es sehr schwer zu erklären, warum flüssiges Magma in solchen Zonen synkinematisch gedrunken sei.
- 2) Amphibolite befinden sich nicht in bestimmten stratigraphischen Horizonten.¹⁾ Tsuboi und andere Forscher haben Albitporphyroblastenschiefer in der sogenannten Bessi-Serie als hergekommen von Semischiefen der sogenannten Ôboke-Serie erfasst. Aus seiner geologischen Praxis der Verfassers in Zentral-Sikoku ergibt sich aber, dass Ôboke-Serie unter Bessi-serie liegt (Tab. 1).
- 3) Nach der strukturellen Analyse der Amphibolite enthaltenden Albitporphyroblastenschiefer-Zonen kann man sagen, dass die stratigraphische Stellung der Amphibolit-Massen den Horizonten der Schwarzschiefer von pelitischer Herkunft oder denjenigen der Gesteine mit grösserer Plastizität entspricht. Diese Teile im mannigfaltigen Gesteinskomplex sind günstig für die synkinematische Durchdringung und die chemische Reaktion metasomatischer Agenzien.
- 4) Amphibolite kommen ausser dem Bessi-Distrikt als kleinere Massen vor, die von einigen bis zu 200 M breit sind. Die Amphibolite enthaltenden Albitporphyroblastenschiefer-Zonen sind aber einiger Km breit. Amphibolit-Massen sind schichtenförmig oder linsenförmig, und ihre Beziehung zur Struktur der Nebengesteine ist konkordant-harmonisch. Das Vorhandensein der Kryptobatholithen ist also nicht denkbar. Diese Tatsache sind ungünstig für die Anschauung, welche die Bildung der Albitporphyroblastenschiefer-Zonen als die Kontaktmetasomatose oder die postmagmatische Wirkung der Amphibolit-Massen erklären will.
- 5) Die chemischen und mineralogischen Zusammensetzungen der Nebengesteine verändern sich nicht Schritt für Schritt nach aussen

1) Die Verfasser der geologischen Karten 1: 200,000 und andere frühere Forscher haben Amphibolite als Abkömmlinge von basischen Gesteinen gedeutet.

Tab. 1. Stratigraphische Gliederung der kristallinen Schiefer in Zentral-Sikoku.

G. Kojima (1951)		T. Ogawa (1902)*
Yosinogawa- Formation	Obere Formation	gekennzeichnet durch weissen Kieselschiefer, bestehend aus Schwarzschiefern, Grünschiefern, Sandsteinschiefern, Kalkschiefern, und ihnen entsprechenden Semi-Schiefern.
	Mittlere Formation	enthaltend 2 oder mehr Schichten, die meistens aus Grünschiefern von 100~400 M Dicke bestehen. Ausserdem sind grüne und rote Kieselschiefer (100 M oder mehr dicke) und Schwarzschiefer vorhanden. Örtlich entwickelt sich eine Schicht von Sandsteinschiefer auf dem untersten Grünschiefer. — Schichtendicke: über 800 M.
	Untere Formation	bestehend meistens aus Sandsteinschiefern. Ausserdem sind auch örtlich 3 oder mehr Schichten von Grünschiefern und Schwarzschiefern vorhanden. — Schichtendicke: 200~400 M.
		bestehend meistens aus Schwarzschiefern. Örtlich entwickeln sich 3- oder mehr Schichten von Grünschiefern. — Schichtendicke: 500~1500 M.
Nisiya-Formation	bestehend meistens aus Sandsteinschiefern, eingeschaltet mit dünnen Schichten von Schwarzschiefern. In oberen und mittleren Teilen sind auch mehrere Konglomeratschieferschichten von 1~40 M Dicke vorhanden. — Schichtendicke: über 1500 M.	Bessi-Serie
	bestehend meistens aus kieselligen Schwarzschiefern, eingeschaltet mit mehreren dünnen Schichten von Grünschiefern und grünen und roten Kieselschiefern. Die saueren eruptiven Gesteine von dem Charakter der nicht tiefen Zonen, die in den Konglomeratschieferschichten der Ōboke-Schichten sehr viel enthalten sind, sind vielleicht von dieser Formation hergekommen. — Schichtendicke: über 800 M.	

*T. Ogawa: Geologische Karte "Kōtō" (1: 200,000). 1902.

von der Grenzfläche der Amphibolit-Massen: Albitporphyroblasten entwickeln, um ein Beispiel anzuführen, sich nicht ausschliesslich dicht um Amphibolit-Massen. Durch die selektive Metasomatose der postmagmatischen Lösung ist dies doch nicht zu erklären.

- 6) Man kann nicht die Mineralien finden, die auf die Routen der aus Amphibolit-Massen geschickten Lösungen hinweisen. Die Kontaktmetasomatose muss also als ausgeführt durch die Diffusion der metasomatischen Agenzien quer über die Schieferung aufgefasst werden. In diesem Falle wird aber die Tragweite der Metasomatose sehr gering sein.
- 7) Die ganzen Albitporphyroblastenschiefer-Zonen hindurch bestehen Chlorit und Serizit im Gleichgewicht nebeneinander. Die Amphibolite haben die gleiche mineralogische Zusammensetzung wie die anderen Grünschiefer in Albitporphyroblastenschiefer-Zonen. Keine Spur von der thermalen Kontaktwirkung ist um die Amphibolit-Massen zu finden.
- 8) Die meisten Amphibolite sind ausgezeichnete kristalline Schiefer mit dem linearen Gefüge. Das protoklastische Gefüge ist nie zu finden.
- 9) Die Mengenverhältnisse der gesteinsbildenden Mineralien in Amphiboliten sind sehr variabel. Keine strenge Grenzlinie wird durch die Verschiedenheit der mineralogischen Zusammensetzung zwischen Amphiboliten und Grünschiefern mit Albitporphyroblasten gezogen.
- 10) Die Mineralien von Amphibolgruppe in Amphiboliten und Grünschiefern haben Eigentümlichkeiten in jeder Gegend. Die Grünschiefer im Kôtu-Distrikt kennzeichnen sich durch das allgemeine Vorhandensein von Glaukophan. Der Verfasser hat nördlich von Nisinomine, Miyama-Mura, Oe-Gun, den aus Glaukophan und Epidot bestehenden Amphibolit gefunden.

Nach oben vorgeführten Beweisen ist klar, dass die Bildung der Albitporphyroblastenschiefer-Zonen mit den Amphibolit-Massen nicht mit den wesentlich an die Erscheinungen der disharmonischen Zonen definierten Begriffen zu erklären sei. Die Tektogenese und die Ummineralisation der Albitporphyroblastenschiefer-Zonen müssen als harmonische Erscheinungen im Felde der Metamorphose aufgefasst werden.

Der Verfasser hat in seiner vorigen Schrift¹⁾ die Reihenfolge der

1) G. Kojima, Journ. Geol. Soc. Japan, 54, 108-109, 1948.

Mineralisierung von albitporphyroblastlosen Grünschiefern folgenderweise bestimmt, sowohl nach den Beobachtungen der Heterogenität in Grünschiefer-Massen, als auch nach denjenigen der Struktur in Dünnschliffen. Er hat drei Hauptstufen und zwei Substufen unterscheiden.

Orthomagmatische Stufe: Kristallisierung von Augit, grünen oder braunen Hornblenden, Plagioklasen, Oivin, Hypersthen, usw. Diese Mineralien sind nur als Relikte oder als pseudomorphe Aggregate zu erkennen.

Stufe I: Saussuritisierung: d. h. Kristallisierung der feinkörnigen Aggregate von Pumpellyiten, Chloriten (im Schliff meist blassgrün, feinschüppig, annähernd isotrop, oder schwach doppelbrechend), Albit, Titanit, usw.

Substufe I': Aktinolitisierung. Pumpellyit nimmt mit dem Zunahme des Aktinolites ab.

Stufe II: Starke Mineralisierung von Epidoten und Chloriten (im Schliff grün, deutlich doppelbrechend, meist negativ, mit abnormen Interferenzfarben), und Aufwachsen von Albit. Aktinolit nimmt ab. Gelegentlich ist Talk zu finden.

Stufe III: Mineralisierung von Quarz, Karbonaten, Hämatit, Stilpnomelan, Piedmontit, gelegentlich Serizit und Chloriten. Ausserdem sind selten auch blaue Amphibole,¹⁾ Axinit, Granat, Apatit, usw. vorhanden. Meist ist nicht von Albit begleitet. Epidote, Aktinolit, Chlorite und Albit nehmen ab.

Stufe III': Bildung der Mineralgänge von Quarz, Kalzit, Chloriten, usw.

Meistens werden diese Stufen der Mineralisierung von den verschiedenen aus den für jede Stufe charakteristischen Mineralien bestehenden Teilen der Grünschiefer-Massen vertreten. Die Grösse dieser Teile ist sehr veränderlich, und im nicht seltenen Fall ist sie mikroskopisch. Aber im Sanbagawa kristallinen Schiefergebiet, besonders in Zentral-Sikoku, werden diese metamorph differenzierten Teile der Grünschiefer-Massen von Albit-Epidot-Chlorit-Schiefern, Hämatit-Karbonat-Quarz-Schiefern, Hämatit-Stilpnomelan-Karbonat-Quarz-Schiefern, Hämatit-Piedmontit²⁾-Serizit-Karbonat-Quarz-Schiefern, usw.³⁾

1) Die Stufe der Mineralisierung von Glaukophan ist nicht entscheidend zu bestimmen, vielleicht aber ist sie nicht sehr entfernt von den Stufen II und III.

2) Es gibt andere Piedmontit-führende Schiefer (z. B. Hämatit-Piedmontit-Serizit-Quarz-Schiefer, oft mit Albit-Porphyroblasten), die von kieseligen Sedimenten hergekommen sind.

3) Albitporphyroblastlose Grünschiefer-Massen im Sanbagawa kristallinen Schiefergebiet sind sehr heterogen. Diese Heterogenität ist nicht als die ursprüngliche im Ausgangsmaterial der Grünschiefer

vertreten.

Nach der Hauptmineralparagenese der Grünschiefer mit Albitporphyroblasten entspricht ihre Mineralisierung beinahe derjenigen der Stufe II. Die chemische Zusammensetzung der zirkulierenden Lösung, aus der Albit, Epidote, Chlorite, aktinolitische Amphibole, usw. sich metasomatisch geschieden haben, ist also als nahe verwandt mit derjenigen in der Stufe II aufzufassen. Daher gelangt der Verfasser zum Schluss, dass die qualitativen Unterschiede der mit dem Feld harmonischen Erscheinungsformen (die Art der Metamorphose, Bauformen, usw.) dem örtlichen quantitativen Unterschied der zugeführten metasomatischen Agenzien zuzuschreiben sind.

Appendix — Über die Bildungsweise des Kieslagers vom Bessi-Typ. Die eingebürgerte Theorie,¹⁾ dass die Bildung des Kieslagers vom Bessi-Typ auf die postmagmatische hydrothermale Lösung, geschieden aus synkinematisch eindringendem ultrabasischem Magma, zurückzuführen ist, passt sich nicht nach der oben erwähnten Auseinandersetzung an dem im kristallinen Schiefergebiet, besonders in der Albitporphyroblastenschiefer-Zone befindlichen Kieslager. Der Begriff des Erzträgers, der eigentlich an den Erscheinungen der disharmonischen Zone gebildet werden ist, ist nicht auf die Bildung des Erzlagers der harmonischen Zone anzuwenden. Nach dem Verfasser ist das Kieslager im Sanbagawa kristallinen Schiefergebiet als ein Produkt der metamorphen Differentiation aufzufassen. Davon wird der Verfasser bei anderer Gelegenheit erörtern.

IV Die Differentiation des metamorphen Feldes von den Sanbagawa kristallinen Schiefen.

1. Die Rolle der Ausgangsmaterialien bei der Differenzierung des Feldes.

In dieser Abteilung handelt es sich um die Differenzierung des

aufzufassen. Formen dieser differenzierten Teile sind Lager, Linsen, Gänge, oder die unregelmässigen. Die Metamorphose ist nicht isochemisch: nach den chemischen Zusammensetzungen sind die Ausgangsmaterialien dieser differenzierten Schiefer nicht zu suchen.

1) T. Kato: 新編鐵床學 (Erzlagerstättenkunde, erneuerte Ausgabe) (auf Japanisch). S. 326, 1937.

V. Horikoshi: Morphologische Studien des Kieslagers vom Bessi-Typ (auf Japanisch). 學報 第2小委報告, 1, S. 3, 1940.

Feldes, herbeigeführt hauptsächlich von den Verschiedenheiten der chemischen und mineralogischen Zusammensetzungen, der Korngrösse, der Verteilung der Mineralien, und der physikalischen Eigenschaften der Ausgangsmaterialien unter den allgemeinen physikalischen Bedingungen und der Durchführung der Stoffen und der Energien. Dies tritt in die Erscheinungen, wie die Art der Metamorphose (die selektive Metamorphose¹⁾) oder die der Verformung.

2. Verformungstypen von den verschiedenen Stoffen.

Sandsteinschiefer²⁾ ist unter den Bildungsumständen der kristallinen Schiefer am widerstandsfähigsten. Die besonders in der Quertal-Gegend von Yosinogawa befindliche Struktur der kuppelartigen Antiklinalen und schüsselartigen Synklinalen mit sanfter Neigung ist auf das Vorhandensein der dickeren Sandsteinschieferschichten (Öboke- und Koboke-Sandsteinschieferschichten) zurückzuführen. In den Sandsteinschieferschichten sind die kleineren Falten (III, 1) zu finden, aber die Umfaltung ist nicht vorhanden. Die Schieferungsfläche ist meist glatt. Die Mikrofallen sind verhältnismässig gut entwickelt. Diesen Mikrofallen entlang sind Serizit-Plättchen stark gebogen, und Quarz-Kristalle in grobkörnigen Quarz-Adern sind nach der Richtung der Scherflächen gestreckt und geregelt. Die Mikrofallen sind also eine Art der Ausweichungsschieferung zu erfassen, die nach der Kristallisation von Serizit und gleichzeitig mit derjenigen der Quarz-Adern in Erscheinung trat.

Da Schwarzschiefer³⁾ von pelitischer Herkunft ist bei Durchbewegung am nachgiebigsten, ist die hauptsächlich aus Schwarzschiefer bestehende Zone als eine Scherungszone zu erfassen. Die oben gesagten kleineren Falten und Umfaltungsstrukturen sind gut entwickelt, und mikroskopisch sind die der Ausweichungsschieferung ähnlichen Gleitflächen zu beobachten.

Es ist zweifelhaft, dass, wie man allgemein glaubt, Kiesel-

1) J. Suzuki, Kagaku (Naturwissenschaften), 6, (4, 5), 1936.

2) Meistenteils feinkörnige Albit-Quarz-Serizit-Schiefer, mit mehr oder weniger Graphit, Chlorit, und klastischen Reliktmineralien von Plagioklas (albitisiert oder saussuritisiert), Quarz, Orthoklas, Mikroklin, Augit, Turmalin, usw. Über das klastische Material der Sandsteinschiefer im Yosinogawa-Distrikt sehe G. Kojima und C. Mitsuno, Journ. Geol. Soc. Japan, 56, 361-367, 1950 (mit der englischen Zusammensetzung).

3) Albit-Quarz-Graphit-Serizit-Schiefer, mit seltenem Chlorit.

schiefer¹⁾ widerstandsfähig ist. Aus mikroskopischen Körnchen bestehende kieselige Sedimente werden am Beginn der regionalen Metamorphose umkristallisiert, und zeigen die den Fließfalten ähnliche kleinere Faltenstruktur. Keine Scherfläche ist in Kieselschiefer zu beobachten. Aus diesen Tatsachen ist zu schliessen, dass kieselige Sedimente unter den Bedingungen der stärkeren Durchdringung von alkalischen Lösungen eine passive, nachgiebige Rolle spielen. Das steht in krassem Gegensatz zur Tatsache, dass kieselige Sedimente chemisch widerstandsfähig unter den Bedingungen der Granitisation sind.

Es ist auch denkbar, dass Kalksteine die gleiche Rolle wie die der kieseligen Sedimente spielen, in der hier betreffenden Gegend ist aber das Material gering.

Wie oben gesagt, gehen Grünschiefer bei metamorpher Ummineralisierung durch mehrere Stufen der metamorphen Differentiation. Sie sind mehr zähflüssig als plastisch unter den Bedingungen der niedergradigen regionalen Metamorphose. Besonders in späteren Stufen der Mineralisierung (Stufe III, Substufe III') ist selbst diapirartige Fließen des Materials zu finden. Typen der Fließfalten sind sehr verbreitet, diejenige der Scherfalten treten aber in den Hintergrund.

Die Verformungstypen der Schichten sind also sehr verschieden je nach dem Unterschied an den chemischen und physikalischen Eigenschaften der Ausgangsstoffen. Das ist als der Unterschied an Erscheinungsformen aufzufassen, die mit den differenzierten kleineren Feldern harmonisch sind.

3. Metamorphe Differentiation.

Die zugeführte Substanz bildet mit den Ausgangsstoffen zusammen die chemischen Bedingungen der differenzierten kleineren Felder. Diese chemischen Bedingungen spiegeln sich in der mineralogischen Zusammensetzung der metamorphen Gesteine wider. In den Sanbagawa kristallinen Schiefen sind die Mineralaggregate die Produkte der Reihen von Kristallisationsprozessen, in denen die metamorphe Differentiation sehr bedeutend ist. Wie oben erwähnt, sind drei Hauptstufen und zwei Substufen in den Kristallisationsprozessen der Grünschiefer

1) Kieselschiefer bestehen meistenteils aus Quarz, auch enthalten geringe Menge von Chlorit, Serizit, Epidot, Ilmatit, Piedmontit, Granat, Albit (als Porphyroblasten), usw.

zu unterscheiden. Die metamorphe Differentiation der Grünschiefer ist das ganze Gebiet über nicht gleichmässig. Um ein Beispiel anzuführen, wird die metamorphe Differentiation der Grünschiefer in dem unteren Teil der Yosinogawa-Formation, besonders in der Kawaguti-Schichten, durch das Vorhandensein von den ausgezeichneten Bänder der Stilpnomelan-Hämatit-Karbonat-Quarz-Schiefer von mehreren Cm bis zu mehreren M Breite gekennzeichnet, während in den Grünschiefern der Minawa-Schichten Stilpnomelan sehr selten ist, und Bänder der Piedmontit-Hämatit-Serizit-Karbonat-Quarz-Schiefer sind charakteristisch.¹⁾ Dies ist als eine Folge der Verschiedenheit von der chemischen Zusammensetzung der Ausgangsgesteinen aufzufassen. Hinsichtlich dieser ist bemerkenswert, dass die Mineralisation von Eisenkies (und Kupferkies) in den Grünschiefern der Minawa-Schichten sehr verbreitet ist nicht nur in den Albitporphyroblastenschiefer-Zonen (Sirataki, Sasare, Minawa, Kôtu, usw.), sondern auch in den albitporphyroblastlosen Zonen (Singû), während von dem unteren Teil der Yosinogawa-Formation und den Koboke-Schichten fast keine Vorkommnisse der Kieslager bekannt sind.

Die metamorphe Differentiation in Schwarzschiefern und Sandsteinschiefern ist nicht so ausgezeichnet wie die in Grünschiefern. Die spätere Stadien der Mineralisierung sind hauptsächlich durch Quarz-Adern vertreten.

Schwarzschiefer sind in der Nähe von Grünschiefern metasomatiert durch die Lösung, die in den späteren Stadien von der metamorphen Differentiation der Grünschiefer ausgequetscht sind. Bei dieser Metasomatisierung verschwindet die Ausweichungsschieferung der Schwarzschiefer, deren Farbe sich zugleich in Blassgrün verwandelt. Die Reihenfolge der Mineralisierung von metasomatisierten Schwarzschiefern ist nach dem Verfasser²⁾ folgenderweise analysiert.

Stufe I: Bildung der Graphit-Züge und der feinkörnigen (durchschnittlich 0,015 Mm) Aggregate von Serizit, Albit und Quarz.

Stufe II: Bildung des aderartigen Aggregat von Quarz (durchschnittlich 0,06 Mm).

Stufe III: Chloritisierung und Albitisierung. Graphit-Züge verwandeln sich in sehr feinkönige Titanit-Züge. Serizit nimmt ab.

Stufe IV: Starke Epidotisierung und Chloritisierung.

Stufe V: Mineralisierung von Quarz, Karbonate, Hämatit, Stilpno-

1) Es ist bemerkenswert, dass in den Sanbagawa kristallinen Schiefen die Kombination von Stilpnomelan und Piedmontit nie zu finden ist

2) G. Kojima, Journ. Geol. Soc. Japan, 54, (636), 109-110, 1948.

melan, usw.

Die Stufen I und II vertreten die Hauptstadien der Mineralisierung von Schwarzschiefern, und die Stufen IV und V entsprechen jeder für sich den Stufen II und III der Mineralisierung von eigentlichen Grünschiefern. Daher ist zu schliessen, dass die Lösungen von späteren Stadien der Mineralisierung der Grünschiefer sehr mobil und reaktionsfähig sind.

V Nachschrift.

Die Zoneneinteilung der regionalmetamorphen Gesteinen von Chloritzone bis zu Sillimanitzone wurde von G. Barrow (1893) in den Schottischen Hochländern eingeführt, und von vielen Forschern entwickelt. Die Barrow'sche Methode findet seitdem ihre Anwendung in kristallinen Schiefergebieten in der Welt. Aber viele Beispiele sind auch bekannt, die nicht vollkommen mit dem Schema der Schottischen Hochländer übereinstimmen. Im südwestlichen Japan sind in den Sanbagawa und Sangun-Motoyama kristallinen Schiefergebieten nur Gesteine von Chloritzone oder Chlorit- und Biotitzonen zu finden. In der Ryôke-Zone im südwestlichen Japan und in der Hitaka-Zone in Hokkaidô steigert plötzlich sich der metamorphe Grad von den Gesteinen der Chloritzone oder praktisch nichtmetamorphen Tonschiefern bis zu den höher-gradigen Gneisen. In dieser Hinsicht ist bemerkenswert die von P. Misch¹⁾ vorgelegte Meinung, dass bei der Regionalmetamorphose in Eugeosynklinalen nur niedriger-gradige kristalline Schiefer gebildet werden, und dass die Bildung von höher-gradigen Gesteinen auf die Zufuhr der Wärme von granitisierenden Agenzien zurückzuführen ist. Des Verfassers Meinung, dass die aus Gesteinen der niedriger-gradigen Zonen bestehenden Region auch bei der Regionalmetamorphose eine harmonische Zone ist, passt nicht zum Begriff der Übergangzone, die als eine disharmonische Zone zwischen der harmonischen Unterkruste und der Oberkruste eingeschaltet ist. Niedrig-gradige Zonen haben auch die für jeder orogenen Zone oder metamorphen Zone charakteristischen Eigentümlichkeiten als harmonische Zonen.

Die Methode der metamorphen Fazies ist machtlos für die Studien der Wechselbeziehung von metamorphen Zonen, der zeitlichen Entwicklung, und der wechselseitigen Wirkung zwischen den allgemeinen Be-

1) P. Misch, Amer. Journ. Sci., 247, 673-705, 1949.

dingungen des Feldes und Ausgangsstoffen. Die mineralogische Zusammensetzung der metamorphen Gesteine ist eine Folge der wechselseitigen Wirkung zwischen den Feld-bestimmenden Bedingungen und Ausgangsstoffen, und ihre chemische Zusammensetzung ist auch eine Expression von ihr. Bei der Regionalmetamorphose ist der Mineralisierungsprozess nie isochemisch, und die chemische Zusammensetzung der kristallinen Schiefer ist nicht unabhängig von ihren Bildungsständen.

Tafel 1. Geologische Karte des kristallinen
Schiefergebietes in Zentral-Sikoku.

Diese Übersichtskarte wurde meistens nach seinen eigenen Felduntersuchungen des Verfassers gezeichnet, aber die folgenden Arbeiten von Vorgängern und Kollegen wurden auch herangezogen, wofür der Verfasser sehr zu Dank verpflichtet ist.

Satō, S. & T. Honda: Geology of Motoyama District, Prov. Tosa. MS 398 (Tokyo Imp. Univ.), 1929.

Suzuki, T.: Geologische Karte "Kōji" (1: 75,000). 1931.

Horikoshi, Y.: Journ. Geol. Soc. Japan, 44. 121-140, 1937.

Satō, H.: Geologische Karte "Niihama" (1: 75,000). 1938.

Hide, K.: Journ. Geol. Soc. Japan, 56, S. 248, 1950; auch nach frdl. persönl. Mitteilung (Sirataki-Distrikt).

Mitsuno, C.: nach frdl. persönl. Mitteilung (Singō-Distrikt).

Takeda, H.: nach frdl. persönl. Mitteilung (Sasare-Distrikt).

