で近似できる. 従つて, (4) (5) 及び Table II から格子構造の変化に伴う K/ρ , ρ の変化が計算できる.

Table II. Constants of crystal lattices

types of lattice structures			A	B'
a	NaCl	M+X-	2.2018	6
b	CsCl	M+X-	2.0354	8
c	Sphalerite	M+X-	2.3831	4
d	Wurtzite	M+X-	2.386	4
e	Fluorite	M++ ₂ X-	7.3306	8
f	Rutile	M++X ₂ -	7.70	6
g	β -Quartz	M++X ₂ -	9.5915	4

Table III. Increases of ρ and K/ρ by polymorphic transitions (%)

	n=5		n=7		n=9		n=11	
	ρ	K/ρ	ρ	K/ρ	ρ	K/ρ	ρ	K/ρ
①	31.6	18.5	20.1	15.0	14.7	13.2	11.6	12.2
②	43.8	22.2	27.4	17.3	19.9	15.0	15.7	13.6
③	89.3	44.8	53.0	34.9	37.6	30.2	29.1	27.5
④	44.0	22.4	27.5	17.5	20.0	15.2	15.7	13.8
⑤	89.5	45.1	53.1	35.1	37.7	30.4	29.1	27.7
⑥	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1
⑦	28.7	14.3	18.3	11.1	13.5	9.6	10.6	8.6
⑧	105.7	66.4	61.8	53.6	43.4	47.6	33.5	44.1
⑨	59.8	45.7	36.7	38.3	26.4	34.7	20.6	32.6
① a→b	② c→a	③ c→b						
④ d→a	⑤ d→b	⑥ d→c						
⑦ f→e	⑧ g→e	⑨ g→f						

計算結果の示すところによると, 格子構造が変化する場合, ρ の増加は K/ρ の増加を伴う. 従つて D 層を B 層構成物質の格子構造変化によつて生じたものであると考えても差支えない. 然し, 島⁴⁾の理論的考察はこれとは逆の帰結をもたらしており, これら両者の喰い違いは更に検討を要する.

我々は, 現在のところ, C 層の性格を決定することが出来ない. それは chemical composition が変化すると考えることも出来るし, 結合様式が変化するのだともいえるし, 或は, これらが共存しているのかも知れない. 最初に述べた条件や仮定を考慮しなければ, C 層は stress の分布が hydrostatic

relation を充さない層であるとすら考え得るのである⁵⁾. この疑問の解決には新しい方法の発見と適用, 新しいテーマの追求が切望される.

C 層は Jeffreys Bullen の速度分布⁶⁾に固有のもので, Gutenberg の速度分布⁷⁾では C 層は存在せず上層部の低速度層が C 層にとつてかわつている. Jeffreys の仮設——放射能物質の地殻集中——が Gutenberg の分布と調和するのは皮肉である. とにかく, C 層の存在或は非存在の実証されることが望ましいことはいうまでもない.

文 献

- 1) Birch, F., J. Geophys. Res., **57**, 227, 1952.
- 2) Adams, L. H., Beitr. Geophys., **31**, 315, 1931.
- 3) ポーリング (小泉訳), 化学結合論, 昭 21, 共立出版社.
- 4) 島 通保, 地震 **8**, 38, 1955.
- 5) 三木晴男, 地震, **8**, 162, 1956.
- 6) Bullen, K. E., An introduction to the theory of seismology Cambridge, University Press, 1947.
- 7) Gutenberg, B., Bull. Seis. Soc. Amer., **43**, 223, 1953.

破壊理論と地震の発生

九大理学部物理教室

下 鶴 大 輔

(昭和 31 年 5 月 15 日受理)

Some Considerations on the Theory of Fracture of Solids and the Occurrence of Earthquakes.

Daisuke SHIMOZURU

(Received May 15, 1956)

経験的に地震は 700 km より深い所には起らないという事が判つているけれども, 何故それより深い所には起り得ないのであろうか? Olivine の相転位が所謂 C-Layer の速度異常の原因と考えても, 果してこの様な深い高压のもとで破壊が起り得るのであろうか? 此の様な疑問は直接地震の本性に関する事で軽々しく論ずる事は出来ないけれども, 第 2 次大戦以来材料力学者の手に依つて急激に進歩して来た材料の破壊に関する研究を地球物理学にとどし

応用すれば、或いは欲をいえば地球物理学的に物質の破壊の研究を進めれば、上に書いた様な疑問を解釈する一つの有力な手段が生まれるのではないかという希望的観測のもとに、この様な事も考えられるという一つの試論を寄せる次第である、

それは或る深さを限つて地震が起らなくなる事に対する一つの speculation である。材料力学では次の様な事が実験的に判つている。即ち材料を破壊する場合に impact velocity が早い場合には brittle fracture となり、遅い場合には ductile fracture となる。impact velocity と吸収した energy との関係は第 1 図の様になる。即ち或る impact velocity

第 1 図

では急に ductile fracture から brittle fracture へ転位する。いいかえれば与える energy を E_0 という level で抑さえると或る impact velocity 以下では破壊は起らない事になる。今物質を簡単に Maxwell-model として置き換えると運動方程式は良く知られている様に

$$\dot{\sigma} = E\dot{\gamma} - \frac{\sigma}{\lambda} \quad \dots\dots(1)$$

但し $\sigma, E, \gamma, \lambda$ は夫々 stress, Young's modulus, strain, relaxation time である。

$$\lambda = \frac{\eta}{E} \quad \eta \dots \text{viscosity}$$

であるから

$$\sigma = \frac{1}{\lambda}(\eta\dot{\gamma} - \sigma) = \frac{\eta}{\lambda}\left(\dot{\gamma} - \frac{\sigma}{\eta}\right).$$

今 dashpot の strain を γ' とすると、

$$\frac{\sigma}{\eta} = \dot{\gamma}' \quad \text{であるから、}$$

$$\dot{\sigma} = \frac{\eta}{\lambda}(\dot{\gamma} - \dot{\gamma}') = \frac{\eta}{\lambda}\dot{\gamma}_T \quad \dots\dots(2)$$

Andrade に依れば viscosity と温度との関係は

$$\eta = A \exp(U/KT),$$

或いは pressure の影響も考慮に入れると、

$$\eta v^{1/3} = A \exp\{(p + (r/v^2))s/T\}.$$

但し、 $v \dots$ specific volume,

$A, r, s \dots$ empirical constant.

故に (2) 式は次の様になる。

$$\dot{\sigma} = \frac{A}{\lambda} \cdot \dot{\gamma}_T \cdot \exp\left\{\left(p + \frac{r}{v^2}\right)s/T\right\} \dots\dots(3)$$

(3) 式に於いて p の effect は T の effect に比べて非常に小さい。

今地球内部が一定の速度で strained state になるとする。即ち strain rate $\dot{\gamma}$ を一定と仮定すると stress rate $\dot{\sigma}$ を増す事は逆に温度 T を下げる事に相当する。之れは一般に粘性のある物質に共通な事実であつて良く知られた性質である。故に実験的に得られた第 1 図の impact velocity を上の定義に従う velocity modified temperature に置き換えて書き直すと第 2 図の様になる。即ち或る温度に於い

第 2 図

て brittle fracture から ductile fracture に転位する。与える energy を E_0 以下にすると或る温度以下で brittle fracture は起り得るが、それ以上の温度になると壊すためには E_0 より大きい energy が必要になるので、破壊は発生しない。次に圧力の影響であるが、confining hydrostatic pressure が大になると Griggs の実験に依つても明らかな様に岩石の strength はどんどん増大する。従つて第 2 図の energy curve は圧力が増加するに従つて右へ

shift して行く。つまり brittle fracture から ductile fracture に転移する critical point は次第に右に shift して行く。その模様は第 2 図に書いてある通りである。

此の様な実験事実はすべて金属 (mild steel, etc.) であるが、金属というのは岩石に比してずっと

ductile な性質を持っているので金属の実験事実から直接定量的な結論を引張り出す事は出来ない。従って此の様な議論を定量的に進めるためには岩石に就いて実験を進めなければならない。将来多くの実験事実が積み上げられて破壊理論を地球物理学の進歩の為に应用される日の近い事を希望する。

地震時報

1956 年 3 月～5 月の顕著地震

3 月 2 日 千島列島南部の地震

3 月 2 日 23 時 49 分 26 秒ころ、 $44\frac{3}{4}^{\circ}\text{N}$, $149\frac{3}{4}^{\circ}\text{E}$ 、深さ約 60 km に起つたもので、北海道地方の南東部と八戸とで有感。最大震度、II, 最大有感距離は八戸まで、810 km, 規模 M(B)。

3 月 17 日 岩手県北部の地震

3 月 17 日 20 時 42 分 29 秒ころ、 39.9°N , 141.05°E 、深さ約 90 km に起つたもので、東北地方の大部分と北海道地方の一部で有感、最大震度、III, 最大

有感距離は根室管内西春別まで 500 km。

4 月 10 日 北海道北東岸の深発地震

4 月 10 日 01 時 58 分 33 秒ころ、 $44\frac{3}{4}^{\circ}\text{N}$, 143°E 、深さ 320 km 約に起つたもので、釧路と八戸だけで有感、いずれも震度 I, 最大有感距離は八戸まで 475 km。

4 月 23 日 釧路南東沖の地震沖

4 月 23 日 12 時 31 分 39 秒ころ、 42.3°N , 145.0°E 、深さ約 60 km に起つたもので、北海道地方の大部分と八戸、盛岡で有感、最大震度、IV, 最大有感距離は盛岡まで 440 km, 規模 M(C)。

5 月には顕著地震はありませんでした。

学会記事

○幹事会議事録 1956 年 4 月 17 日 於東大地球物理学教室

出席者 浅田, 宇津, 笠原, 竹内, 田, (内田)

議題 1. プログラム編成。

日	午前	昼	午後	夜
15	150分 波計 60分 動器 55		240分 純地震学 160分 岩石物性 25	
16	150分 爆破 90 津波 15	委員会	60分 山火特別講演会 50 (90)	懇親会
17	150分 内部構造100 (含. その他)		240 地殻変動 70 地盤力 65 重 30	

毎日 9 時 30 分より 17 時迄、開催日は 15 日火山と重複。15, 16 日電磁気と重複、学会連合の申合せ

によりプログラム編成は、他学会と重複しない様にとの事であるので調整、編成した。

- 懇親会の件。今回はなるべく経費をかけないでやる事にした。費用 300 円位。
- 総会 主に報告事項
- 委員会 建築会館内には、適当な場所がないが使用料低額ならば借用する事にした。
- 以上、2, 3, 4, は学会開催前に幹事会を行う事にし、その際具体的な取り決めを行う事にする。
- 学術会議より日本学術会議第 4 期会員選挙について通知を受けた。本会は会員各員にその概要を通知する事とし詳細については、学術会議へ問合せを依頼する事にした。

○定例幹事会議事録

1956 年 6 月 23 日 (土) 12h50m～14h00m 於東大地球物理学教室

出席者 安芸, 浅田, 竹内, 田, (内田)

議題(及審議) 1. 毎日及偕成学術奨励金の件、