

対馬の火成岩類のフィッション・トラック年代(1)

高橋 清*
林 正雄**

1. まえがき

対州層群に関係している火成岩類中、今回は、対州層群堆積時における海底火山活動の産物と考えられる火山碎屑岩と対州層群堆積後の火成岩類中、斜長斑岩、斑状花崗岩および石英斑岩の4種類につきフィッション・トラック年代測定を行ったので、その結果について報告する。

2. 地質概要

対州層群：最上位層準は東海岸塩浜付近にみられ、最下位層準は西海岸コッター崎の南方に露出している。上限および下限は海に没して不明である。厚さは全体で5,400 m+である。泥岩、砂岩・泥岩互層を主とし、一部塊状砂岩、含石英粒礫質砂岩～礫岩および火山碎屑岩（斜長石火山礫層灰岩～層灰岩）よりなる。対州層群を火山碎屑岩および顕著な砂岩・泥岩互層により下部層、中部層および上部層の3層に区分する。下部層と中部層は中部層の基底部に比較的良好に連続する（上島中部より以南～下島北東部）火山碎屑岩層をもって区分し、中部層と上部層は上部層の基底の顕著な砂岩・泥岩互層をもって区分する。対州層群の上

部層、中部層および下部層の特徴、分布地域などについては高橋（1969, 1976）および対馬上県地域広域調査報告書（昭和46年度～昭和48年度）を参照されたい。

火成岩類：対州層群を貫く火成岩類は斜長斑岩、花崗岩類、石英斑岩、流紋岩および粗粒玄武岩類（微閃緑岩・玢岩）があり、斜長斑岩のみが対州層群褶曲前の貫入であり、他は褶曲後の貫入である。斜長斑岩は地層におおむね整合的に貫入するが、花崗岩類は岩株状をなし、石英斑岩および粗粒玄武岩類は両方の産状を呈する。流紋岩は侵入岩床である。火成岩類の詳細については高橋（1976）および対馬上県地域広域調査報告書（昭和46年度～昭和48年度）を参照されたい。

対州層群の地質時代：これまで対州層群から産出した若干の貝類化石、植物化石などにより、対州層群の時代論が論ぜられている。それらの中で、高橋（1958）は若田産 *Sabalites taishuensis* Takahashi を記載した際、九州北部における *Sabalites* の産状を考慮し（*Sabalites* の最上部産出層準は遠賀層である）、時代は多分漸新世であるとした。また高橋・西田（1974）は峰村の吉田より賀佐に至る県道の峠付近で産出した貝化石について報告した。この産出層準は対州層群下部層上限より約130 m 下位の層準であり、化石床として産し、構成は殆んどが *Glycymeris cissuensis* である。その

*長崎大学教授

**九州大学教授

他 *Dosinia (Phacoma) chikuzenensis*, *Pitar*, *Callista*, *Lucinoma*, *Tellina*, *Ostrea*, *Turritella infralirata*, *Phyllonotus ashियाensis* *Molopophorus denselineatus* がみられる。構成種から芦屋化石動物群との密接な関連が推測される。九州北部および北西部の間瀬階および西彼杵階などの化石を総括的に考察すれば、対州層群の下部層の大部分が間瀬階相当層で、下部層上位より上位の全層が西彼杵階すなわち芦屋層群相当層になる可能性が強いと考えられる。

3. 試料採集地点

フィッシュン・トラック年代測定用の試料の採集地点は次の通りである (図-1)。

- a) 斜長斑岩 (試料番号 H-169) : 美津島町洲藻西方約 1 km 进入岩床 (sill)。
- b) 斑状花崗岩 (試料番号 H-170) : 厳原町内山, 岩株状。
- c) 石英斑岩 (試料番号 H-171) : 美津島町洲藻-箕形間, 城戸。进入岩床 (sill)
- d) 斜長石火山礫層灰岩 (T₃)* (試料番号 H-172) : 豊玉村糸瀬北北東約 1.1 km。

4. 年代測定

フィッシュン・トラック年代測定は、ジルコンの外部面を用いて、再エッチング個体識別法により行った。エッチングは、Na OH+K OH の共融液 (Gleadow et al., 1976) を使用し、220°C で 30~40 時間行った。以下に実験方法を簡単に記す。

(1) ジルコンの埋込

スライドガラス上に、ジルコン約 40 粒子を 1 列に配列し、310°C に加熱したホットプレート上で、テフロンシートに埋込む。

(2) 自発トラックのエッチング

温度を厳密にコントロールした電気炉中で、上記のエッチング剤を用い、220°C でエッチングを行った。エッチング時間は、H-169 と H-172 は 35 時間、H-170 と H-171 は 40 時間である。

(3) 自発トラックの計数

データを保存するためと、トラックの同定を確実にするため、自発トラックを ×1,000 倍下でカ

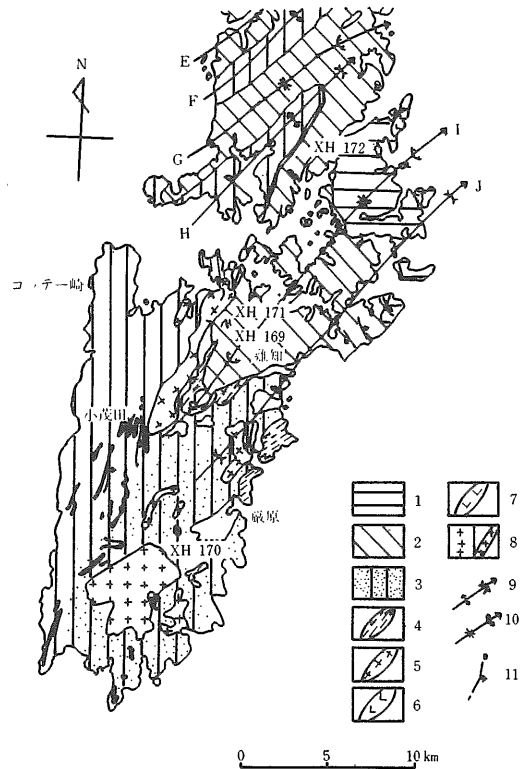


Fig. 1. Geological outline map and sampling localities (X) in the southern area of Tsushima.

- 1 : Upper formation of the Taishu Group
- 2 : Middle formation of the Taishu Group
- 3 : Lower formation of the Taishu Group and hornfels area
- 4 : Plagiophyre
- 5 : Quartz porphyry
- 6 : Rhyolite
- 7 : Doleritic rocks
- 8 : Granitic rocks
- 9 : Axis of anticlinorium
- 10 : Axis of synclinorium
- 11 : fault
- E : Mine synclinorium
- F : Goneo-Oboshiyama anticlinorium
- G : Kushi-Saho synclinorium
- H : Nii anticline
- I : Kofunagoshi-Wakata synclinorium
- J : Ofunagoshi-Izuhara anticlinorium

* 対馬上県地域広域調査報告書 (昭和47年度) の中の記号と同じ。

ラー写真撮影し、計数を行った。

(4) 熱中性子照射

標準ガラス (SRM 961) を上下に添え、立教大学原子炉 TRIGA Mark II の回転試料棚で、15分間の熱中性子照射を行った。標準ガラスは15% HF 溶液 (25°C) で30秒間エッチングしたのち、自発トラックと同様に写真撮影し、トラックを計数した。NBSにおいて一定量の熱中性子を照射されている標準ガラスは、5秒毎にエッチングを行い、同様に処理して、各エッチング時間ごとのトラック密度とトラック径を求めた。熱中性子線量は、立教炉で照射を行った標準ガラス上のトラック径から密度を補正したのち、求めた。熱中性子線量の相対標準誤差は、両者の総トラック数の逆数の和の平方である。なお、NBSにおける照射線量は、Au と Cu の値の平均値とした。

(5) 誘発トラックのエッチング

誘発トラックは、自発トラックと同じエッチング剤を用い、30時間エッチングした。

(6) 誘発トラックの計数

自発トラックの場合と同様に、誘発トラックもカラー写真撮影を行い、自発トラックをチェックしたのち、計数を行った。計数領域は、ジルコン結晶の表面から10 μ m 以内を除いた部分とした。

(7) 精密度係数

得られた計数データを、藤井・林 (1984) のプログラムによって、各粒子組合せの精密度係数を求め、最高値を有する粒子組合せを見出した。

(8) 年代式と誤差

フィッシュン・トラック年代は、次式で求められる。

$$T = 6.45 \times 10^9 \ln \left(1 + 9.32 \times 10^{-18} \frac{\sum N_s}{\sum N_i} \Phi \right)$$

ただし、 $\sum N_s$ および $\sum N_i$ は総自発トラック数および総誘発トラック数、 Φ は熱中性子線量である。年代の標準誤差は、conventional 法 (Lindsey et al., 1975) によって計算した。

測定結果は、粒子年代と精密度係数を表-1~4に、自発および誘発トラック密度と年代を表-5に、年代ヒストグラムを図-2~5に示した。

斜長斑岩 (H-169) は、すべての測定粒子データを含めた精密度係数が最も大きい値81を示し、その年代は18.70 \pm 1.03 Ma である。図-2の年代ヒストグラムでは、18-21 Ma 間は予測値が多く、21-24 Ma 間は観測値が大きいものの、全体的には両者はほぼ一致しているといえる。

花崗岩 (H-170) は No. 1-27の粒子組合せの精密度係数が91と最も大きいので、No. 28-30の3粒子を除いて計算を行い、14.90 \pm 0.77 Ma の年代を得た。図-3の年代ヒストグラムは、予測値と観測値とが非常によく一致している。

石英斑岩 (H-171) は、すべての測定粒子データを含めた精密度係数が最高の値67を有し、その年代は14.20 \pm 0.74 Ma である。図-4年代ヒストグラムは、予測値と観測値との間にかなりの差が認められるものの、全体として両者はほぼ一致しているといえる。

斜長石火山礫層灰岩 (H-172) は、すべての測定粒子データを含めた精密度係数が非常に大きい値91を有し、その年代は20.30 \pm 1.50 Ma である。本試料のように、異質粒子を含む恐れがある場合でも、精密度係数が50より大きければ、それらを含む可能性は小さく、得られた年代はある1つの意味ある値を示していると考えられる。図-5の年代ヒストグラムは、24-28 Ma 間で観測値がやや多いものの、その他の年代区間では予測値と観測値がよく一致している。

表一 対馬産斜長斑岩のフィッション・トラック年代測定データ

粒子番号	自発トラック数	誘発トラック数	グリッド数	粒子年代(百万年)	精密係数
1	25	45	10	12.64	...
2	28	48	10	13.27	...
3	17	28	10	13.81	...
4	19	31	10	13.95	...
5	30	42	9	16.25	...
6	30	42	12	16.25	...
7	29	40	10	16.49	...
8	44	60	15	16.49	...
9	14	19	8	16.76	...
10	45	61	12	16.78	...
11	43	58	12	16.86	...
12	43	57	15	17.16	...
13	28	37	10	17.21	...
14	29	37	12	17.83	...
15	34	42	15	18.41	...
16	39	48	9	18.48	...
17	35	43	15	18.51	...
18	27	33	10	18.61	...
19	29	35	8	18.81	...
20	20	22	10	20.68	10
21	65	68	20	21.74	27
22	23	24	8	21.79	39
23	25	26	10	21.87	43
24	73	75	15	22.14	46
25	21	21	10	22.74	38
26	79	78	24	23.03	34
27	28	27	15	23.58	24
28	25	23	10	24.71	46
29	30	27	10	25.26	63
30	23	19	10	27.52	80

年代および標準誤差 (18.70±1.03) × 10⁶年

自発トラック密度 (1.67±0.05) × 10⁶

誘発トラック密度 (2.03±0.06) × 10⁶

熱中性子線量 (3.79±0.13) × 10¹⁴

1グリッドの面積 1.69 × 10⁻⁶ cm²

表二 対馬産花崗岩のフィッション・トラック年代測定データ

粒子番号	自発トラック数	誘発トラック数	グリッド数	粒子年代(百万年)	精密係数
1	31	65	15	10.85	...
2	36	73	30	11.22	...
3	46	90	20	11.63	...
4	32	61	15	11.94	...
5	46	85	24	12.32	...
6	36	65	15	12.60	...
7	65	115	24	12.86	...
8	34	60	20	12.89	...
9	41	70	21	13.33	...
10	36	61	20	13.43	...
11	40	67	25	13.59	...
12	33	54	24	13.91	...
13	45	72	20	14.22	...
14	42	65	25	14.70	...
15	24	37	15	14.76	...
16	41	62	20	15.05	...
17	46	69	25	15.17	...
18	20	29	20	15.69	...
19	47	68	25	15.73	...
20	57	82	20	15.81	50
21	22	31	14	16.15	45
22	50	65	30	17.50	41
23	31	40	14	17.63	34
24	44	52	20	19.25	69
25	26	30	15	19.72	80
26	44	48	15	20.85	87
27	77	76	21	23.04	91
28	49	46	15	24.22	80
29	54	50	20	24.56	9
30	65	50	24	29.55	2

年代および標準誤差 (14.90±0.77) × 10⁶年

自発トラック密度 (1.17±0.04) × 10⁶

誘発トラック密度 (1.81±0.04) × 10⁶

熱中性子線量 (3.79±0.13) × 10¹⁴

1グリッドの面積 1.69 × 10⁻⁶ cm²

表三 対馬産石英斑岩のフィッション・トラック年代測定データ

粒子番号	自発トラック数	誘発トラック数	グリッド数	粒子年代(百万年)	精密係数
1	28	73	15	8.73	...
2	30	71	15	9.62	...
3	47	94	15	11.83	...
4	30	56	10	12.19	...
5	24	42	10	13.00	...
6	38	66	15	13.10	...
7	68	115	20	13.46	...
8	85	143	16	13.52	...
9	25	42	12	13.54	...
10	31	52	15	13.57	...
11	34	56	15	13.81	...
12	28	46	15	13.85	...
13	25	41	12	13.87	...
14	28	45	9	14.16	...
15	35	55	20	14.48	...
16	14	22	10	14.48	...
17	45	70	20	14.63	...
18	33	51	10	14.72	...
19	17	26	10	14.87	...
20	80	122	20	14.92	17
21	36	54	15	15.17	15
22	41	61	15	15.29	12
23	30	42	10	16.25	9
24	29	40	15	16.49	7
25	35	48	15	16.59	5
26	17	23	10	16.81	11
27	35	46	15	17.31	22
28	42	55	18	17.35	35
29	32	35	18	20.79	57
30	38	38	6	22.74	67

年代および標準誤差 (14.20±0.74) × 10⁶年

自発トラック密度 (1.52±0.05) × 10⁶

誘発トラック密度 (2.43±0.06) × 10⁶

熱中性子線量 (3.79±0.13) × 10¹⁴

1グリッドの面積 1.69 × 10⁻⁶ cm²

表四 対馬産凝灰岩のフィッション・トラック年代測定データ

粒子番号	自発トラック数	誘発トラック数	グリッド数	粒子年代(百万年)	精密係数
1	3	6	15	11.56	...
2	5	10	20	11.56	...
3	11	20	10	12.71	...
4	10	17	25	13.60	...
5	13	21	10	14.31	...
6	4	6	13	15.41	...
7	11	16	30	15.89	...
8	7	10	24	16.18	...
9	10	14	12	16.51	...
10	21	29	30	16.73	...
11	20	27	20	17.12	...
12	10	13	20	17.78	...
13	15	18	20	19.26	...
14	22	26	20	19.55	...
15	12	14	20	19.80	...
16	9	10	20	20.79	...
17	30	33	35	21.00	...
18	22	24	35	21.17	...
19	35	38	40	21.28	...
20	13	14	20	21.45	28
21	13	13	12	23.10	24
22	14	13	20	24.87	44
23	20	27	27	25.66	59
24	10	9	10	25.66	62
25	18	16	25	25.58	58
26	15	13	20	26.65	47
27	14	12	15	26.94	33
28	10	8	15	28.86	58
29	18	14	20	29.68	76
30	19	13	20	33.74	91

年代および標準誤差 (20.30±1.50) × 10⁶年

自発トラック密度 (4.21±0.20) × 10⁶

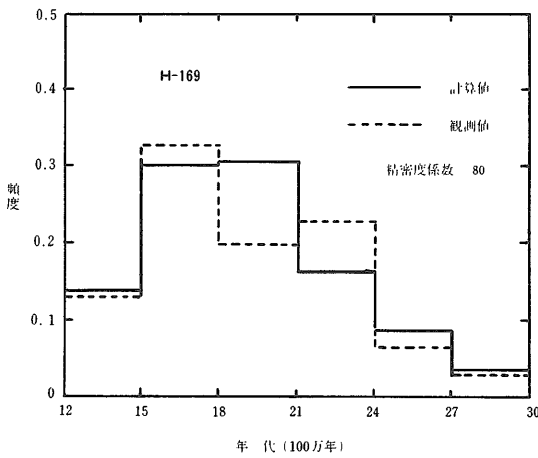
誘発トラック (4.70±0.21) × 10⁶

熱中性子線量 (4.12±0.14) × 10¹⁴

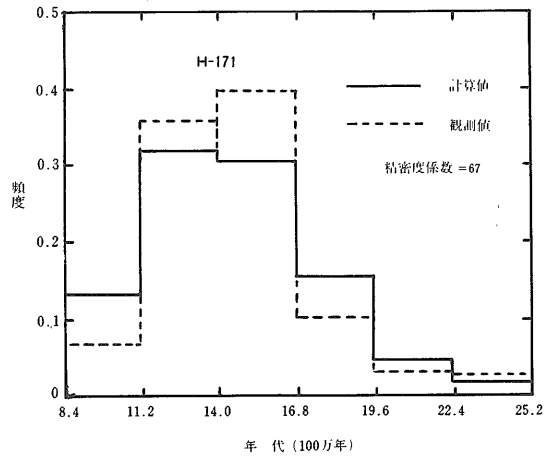
1グリッドの面積 1.69 × 10⁻⁶ cm²

表一五 対馬産火成岩類のフィッション・トラック年代

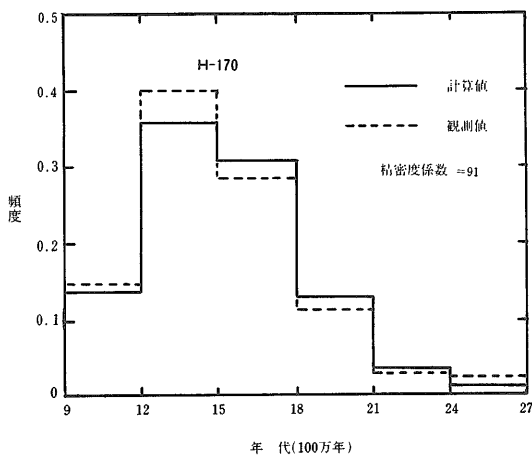
No.	自発トラック密度	誘発トラック密度	熱中性子線量	年代および標準誤差
H-169	$(1.67 \pm 0.05) \times 10^6$	$(2.03 \pm 0.05) \times 10^6$	$(3.79 \pm 0.13) \times 10^{14}$	$(18.70 \pm 1.03) \times 10^6$
H-170	$(1.17 \pm 0.04) \times 10^6$	$(1.81 \pm 0.04) \times 10^6$	$(3.79 \pm 0.13) \times 10^{14}$	$(14.90 \pm 0.77) \times 10^6$
H-171	$(1.52 \pm 0.05) \times 10^6$	$(2.43 \pm 0.06) \times 10^6$	$(3.79 \pm 0.13) \times 10^{14}$	$(14.20 \pm 0.74) \times 10^6$
H-172	$(4.21 \pm 0.20) \times 10^6$	$(4.70 \pm 0.21) \times 10^6$	$(4.12 \pm 0.14) \times 10^{14}$	$(20.30 \pm 1.50) \times 10^6$



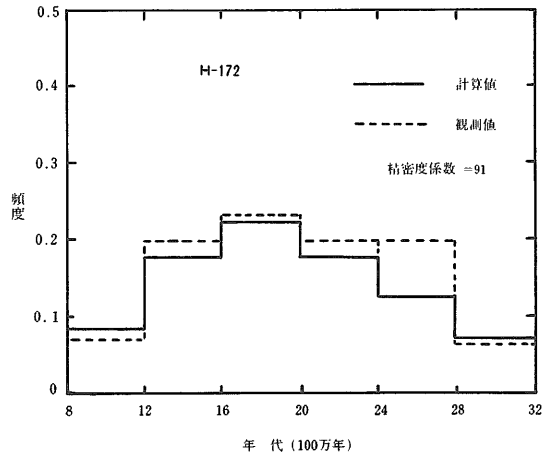
図一 二 対馬産斜長斑岩のジルコン粒子年代の期待値と実測値の頻度分布頻度年代 (100万年)



図一 四 対馬産石英斑岩のジルコン粒子年代の期待値と実測値の頻度分布頻度年代 (100万年)



図一 三 対馬産花崗岩のジルコン粒子年代の期待値と実測値の頻度分布頻度年代 (100万年)



図一 五 対馬産凝灰岩のジルコン粒子年代の期待値と実測値の頻度分布頻度年代 (100万年)

文 献

- 1) Bigazzi, G., Bonadonna, F. and Hadler Neto, J. C. (1983): Contribution to statistics in fission track counts. Privately circulated manuscript. Instituto di Geocronologia e Geochimica Isotopica, CNR, Pisa, Italy.
- 2) 藤井誠・林正雄(1984): Grain by grain 法による年代測定データの統計的検定プログラム. 情報地質(9), 1-12.
- 3) Gleadow, A. J. W., Hurford, A. J. and Quaife, R. D. (1976): Fission track dating of zircon: improved etching techniques. Earth Planet. Sci. Letters, 33, 273-276.
- 4) Green, P. F. (1981): A new look at statistics in fission track dating. Nucl. Tracks, 5, 77-86.
- 5) Laslett, G. M., Gleadow, A. J. W. and Duddy, I. R. (1983): The interpretation of the isotopic ratio U_{235}/U_{238} in fission track dating. Math. Geol., 15, 493-495.
- 6) Lindsey, D. A., Naeser, C. W. and Shawe, D. R. (1975): Age of volcanism, intrusion and mineralization in the Thomas Range, Key Mountain and Desert Mountain, Western Utah. J. Res. US Geol. Surv., 3, 597-604.
- 7) Takahashi, K. (1958): *Sabalites* aus den Wakata Schichten von Tsushima, Nordkyushu. Trans. Palaeont. Soc. Japan, N. S., No. 30, 185-188, pl. 27a.
- 8) 高橋清(1968): 対州層群の研究. 長崎大学教養部紀要, 自然科学, 10, 67-82.
- 9) 高橋清(1976): 対馬の地質, 対馬の生物, 11-19.
- 10) 高橋清・西田民雄(1975): 対馬上県地域の対州層群下部層の軟体動物化石について, 長崎大学教養部紀要, 自然科学, 15, 15-20. 1図版.
- 11) 通産省(1972-1974): 広域調査報告書対馬上県地域.(昭和46年度~48年度).

注) この論文は高橋清先生の御好意により, 長崎大学教養部紀要, 自然科学篇第25巻第2号9~19頁から抜粋したものを一部変更したものです。

アジアハイウェイ



アジアにも, ヨーロッパハイウェイのような国際道路網を完成させようというアジアハイウェイの構想は, 国連を中心に, 1950年代半ばごろから検討がなされてきた. 1959年, オーストラリアのブロードビーチで開かれた第15回国連アジア太平洋経済社会委員会(エスキューブ——当時はエカフェ)の総会に, この構想が事務局から提案され, 満場一致で採択された. 翌60年から, さっそく路線網や道路の設計基準を決めるための調査や作業が始まり, 第1次国連開発10カ年計画が61年にスタートしたのにあわせて, 計画は実施段階に入った.

国連エスキューブの運輸・通信部が提案した構想というのは, ひとことで説明すると次のようになる. すなわち, アジアのできるだけ多くの国の首都, 主要都市, 重要港湾都市, 工業都市, さらに有名観光地を結んで, イラン以東のアジア各国に国際幹線道路網をはりめぐらし, 各国内および国際間の通商拡大, 経済・社会開発, 観光開発に寄与しようというものであった.

アジアハイウェイという名称からは, “東名高

速道路・アジア版”といった印象を受ける人もあろうが, “ハイウェイ”という言葉は, “幹線の公道”という意味に用いられ, 必ずしも高速道路を指すものではない.

アジアハイウェイ地域の中には, アフガニスタン, ネパール, ラオスのように, 海に面した国境線のない国がある. 地形的制約から鉄道網も発達していないこれらの内陸国にとって, 道路の果たす役割はいうまでもない. これらの国々が, アジアハイウェイに対して特に大きな期待を抱いているのも当然といえよう.

すでに述べたように, アジアハイウェイ道路網は, ヨーロッパハイウェイ網や中近東地域のハイウェイ網とも接続している. さらに将来は, ソ連や中国, そして朝鮮半島を経て日本の道路網とも結ばれる可能性を残している. 現在のアジアハイウェイが全線完成すると, これはユーラシア大陸を取り巻く一大国際道路網の主要部分を形成することになる.

(佐藤清著『アジアハイウェイ』昭和51年2月日本経済新聞社発行「日経新書」より)