Landsat-8 および ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた福徳岡ノ場の地形変化*

Ground surface change on Fukutoku-Oka-no-Ba revealed Landsat-8 and ALOS-2/PALSAR-2

気象庁気象研究所**
Meteorological Research Institute, JMA

1. はじめに

2021 年８月 13 日に海底噴火が始まった福徳岡ノ場では，直径約１km の馬蹄形の新島が形成された。本報告では，福徳岡ノ場の噴火前後に雲量 30%以下で取得された Landsat-8 データおよび複数のパスから不定期に撮像された ALOS-2/PALSAR-2 の強度画像を解析し，新島の形状について追跡したので報告する。

2. 解析結果

解析に使用した Landsat-8 および ALOS-2/PALSAR-2 データを第１表および第２表に示す。また，全データの時系列関係を第１図に示す。

Landsat-8 は 2021 年８月噴火後に撮像されたデータのうち，雲量が 30%以下のデータを使用し，バンド 2, 3, 4 および 8 を用いてパンシャープン解析をおこなった。噴火直後の８月 17 日の画像では，カッコ形の新島が確認できる（第２図-A）が，９月２日には東側の新島はほとんど消滅していることが判読できる（第２図-B）。なお，この時点では西側の新島の形状はほとんど変化していない。10 月 20 日の画像では，円状に縮小していることがわかった（第２図-C）。また，10 月 20 日までの画像では，新島周辺の変色海水が顕著であり，火山活動が活発であったと推察できる。11 月５日の画像では，再びくさび型の形状に縮小し（第２図-D），11 月 21 日の段階では，大きさはほとんど変化していないが，陸域の形状はやや変化した（第２図-E）ことがわかった。12 月７日の画像では，雲のため陸域の存在は確認できない。なお，これら 11 月以降の画像からは，周辺海域の変色海水は明瞭ではない。

ALOS-2/PALSAR-2 の強度画像解析では，噴火後最初の画像で山頂位置を挟んで東西に陸域が形成されていたが（第３図-B），東側の陸域は９月初旬には消滅しており（第３図-C），Landsat-8 の判読結果とも調和的であることがわかった。なお，東側の陸域については，その後もわずかながら後方散乱強度が変化（第３図-D, G, I, K）しており，陸域形成には至らないまでも何らかの噴出物があった可能性を含む。ただし，後方散乱については，海面の凹凸によっても強度が変化する場合があるため，注意が必要である。一方，馬蹄形をした西側の陸域は，９月下旬頃までは縮小しながらその形状を保っていたが（第３図-B, C, D），10 月初旬には３分の１程度にまで縮小した（第３図-E）。これは，９月下旬に日本の南海上を北上した台風 16 号が福徳岡ノ場の西海上数日かけて通過したことに伴う海食の影響と考えられる（第５図-A, B, C）。なお，残存した陸域の西側半分でより後方散乱が弱いことから，残った陸域の多くは砂浜のような形状に変化していると考えられる（第３図-F, G, H）。その後，10 月下旬頃までは，同程度の面積を維持し形状を保っていたが，10 月 31 日の画像ではさらに面積を縮小し，ほとんど陸域を検出できなくなった（第３図-I）。また，砂浜が主体と考えられる主に西側に形成されていた後方散乱の弱い形状部分も南西側伸びるような形に変形した（第３図-J, K）。直接の原因は不明であるが，同時期に台風 20 号が福徳岡ノ場付近をほぼ直撃する形で進行しており，要因のひとつであると考えられる（第５図-D）。さらに，12 月８日の画像では，わずかながら後方散乱強度があるものの明瞭な陸域としては確認できなかった（第３図-L）。これは，台風 21 号の接近と近傍前線による擾乱が原因と推定される（第５図-E）。なお，同一軌道から撮像されたデータについては，加色混合法による陸域の形状変化を示した（第４図）。

謝辞

本解析で用いた Landsat-8 データは，USGS/NASA により運用されているもので，USGS より入手した。

＊　2024 年 10 月 31 日受付

＊＊　安藤　忍

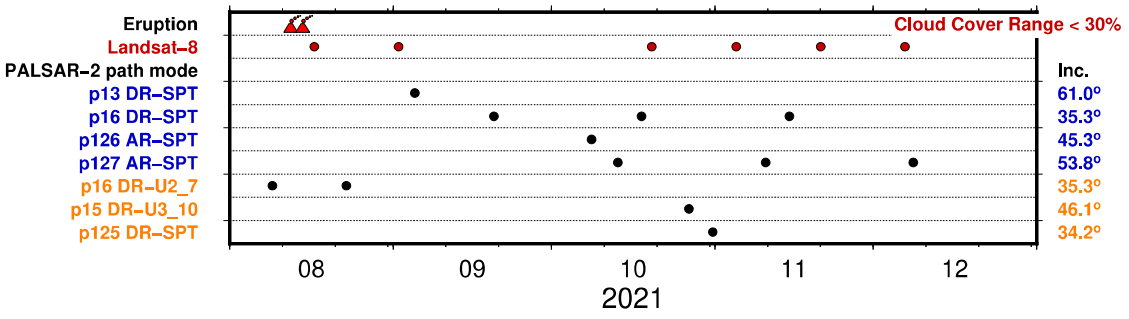
解析にはフリーソフト QGIS を使用した。また，PALSAR-2 データは，火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（衛星解析グループ）に基づいて，宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェアは，防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。また，処理の過程や結果の描画においては，国土地理院発行の数値地図 10m メッシュ（標高）と全球ジオイドモデル EGM96（Lemoine et al. 1997）を元にした楕円体標高モデル（DEHM）を使用し，GMT（Wessel, P. and W.H.F. Smith, 1998）により描画した。関係各位におかれては，ここに記して御礼申し上げます。

第 1 表　解析に使用した Landsat-8 データ
Table 1. Landsat-8 data used in this study

Path-Row	Date	Sun Azimuth	Sun Elevation	Cloud Cover	Figure No.
104-43	2021.08.17	111.68°	64.66°	7.88%	Fig. 2. A
	2021.09.02	123.24°	62.41°	6.21%	Fig. 2. B
	2021.10.20	149.43°	50.36°	1.13%	Fig. 2. C
	2021.11.05	153.41°	45.72°	20.09%	Fig. 2. D
	2021.11.21	155.17°	41.65°	22.62%	Fig. 2. E
	2021.12.07	155.06°	38.66°	21.22%	Fig. 2. F

第 2 表　解析に使用した PALSAR-2 データ
Table 2. ALOS-2/PALSAR-2 data used in this study

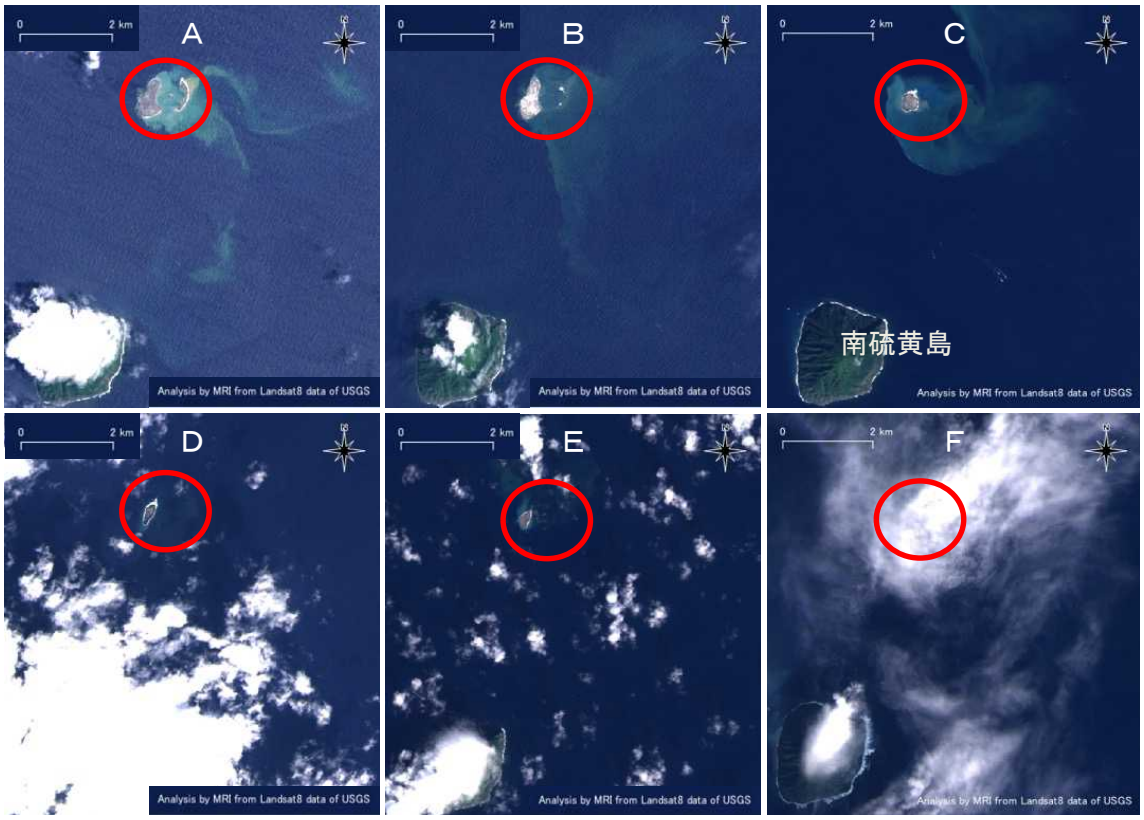
Path-Frame	Beam No.	Orbit	Looking	Inc. angle	Date	Area (km^2)		Figure No.
						west	east	
16-3120	U2_7	Des.	Right	35.3°	2021.08.09	0	0	Fig. 3. A. (pre-eruption)
16-3120	U2_7	Des.	Right	35.3°	2021.08.23	0.29	0.08	Fig. 3. B
13-3142	SPT	Des.	Right	61.0°	2021.09.05	0.27	0	Fig. 3. C
16-3126	SPT	Des.	Right	35.3°	2021.09.20	0.24	> 0	Fig. 3. D, Fig. 4. A
126-469	SPT	Asc.	Right	45.3°	2021.10.08	0.09	0	Fig. 3. E
127-463	SPT	Asc.	Right	53.8°	2021.10.13	0.08	0	Fig. 3. F, Fig. 4. C
16-3126	SPT	Des.	Right	35.3°	2021.10.18	0.12	> 0	Fig. 3. G, Fig. 4. A, B
15-3130	U3_10	Des.	Right	46.1°	2021.10.27	0.10	0	Fig. 3. H
125-470	U2_6	Asc.	Right	34.2°	2021.10.31	0.05	> 0	Fig. 3. I
127-463	SPT	Asc.	Right	53.8°	2021.11.10	0.04	0	Fig. 3. J, Fig. 4. C
16-3126	SPT	Des.	Right	35.3°	2021.11.15	0.08	> 0	Fig. 3. K, Fig. 4. B
127-463	SPT	Asc.	Right	53.8°	2021.11.10	> 0	0	Fig. 3. L, Fig. 4. D



第 1 図　解析に使用したデータの時系列関係図（A：北行軌道，D：南行軌道，R：右側観測，SPT：スポットライトモード，U?_?：ビーム番号の略）
Fig. 1. Time series of image capture dates and eruptions

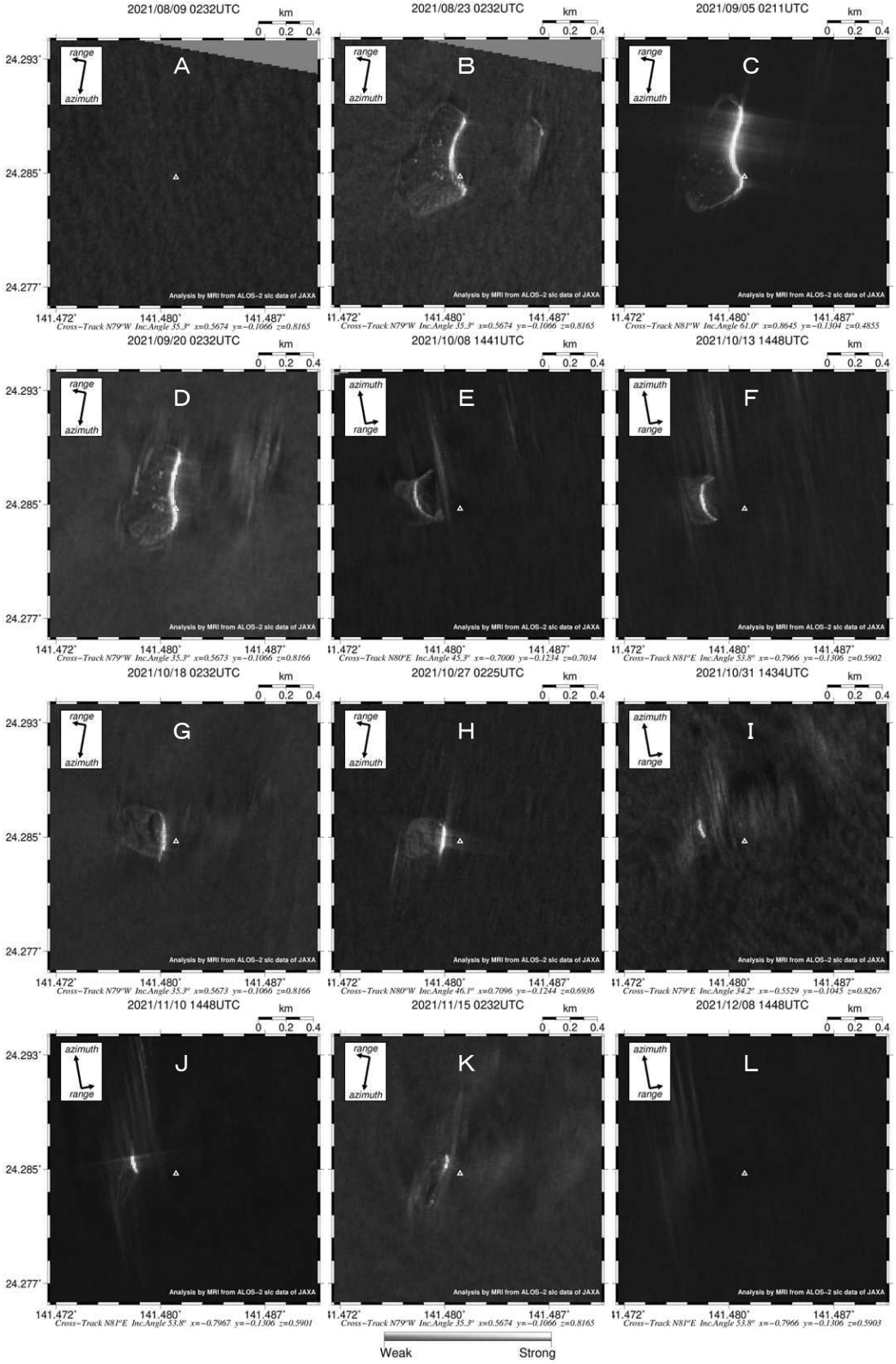
福徳岡ノ場

A: ascending orbit, D: descending orbit, R: right looking, SPT: spot light mode, U?_?: beam number

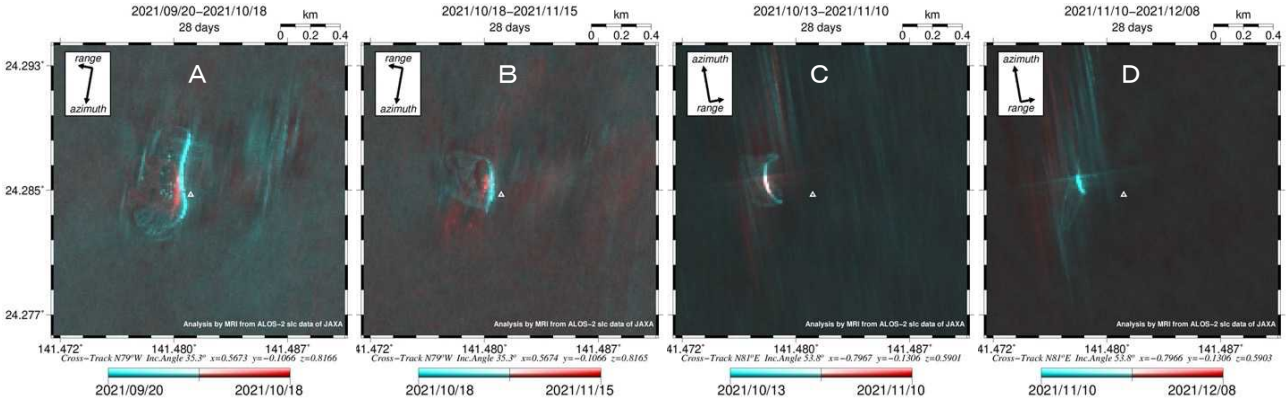


第２図　Landsat-8 によるパンシャープン解析結果（赤丸が福徳岡ノ場周辺）
A：2021.08.17, B：2021.09.02, C：2021.10.20, D：2021.11.05, E：2021.11.21, F：2021.12.07（時刻はいずれも 10:00JST）
雲量 30%以下のデータを使用し，バンド 2, 3, 4 と 8 を用いたパンシャープン処理を実施した。10 月下旬頃までは，周辺で変色水が確認されたが，以降のデータでは確認できない。

Fig. 2. Results of pan-sharpening generated from Landsat-8 (red circle indicates Fukutoku Okanoba area)
A: 2021.08.17, B: 2021.09.02, C: 2021.10.20, D: 2021.11.05, E: 2021.11.21, F: 2021.12.07 (all times 10:00 JST). Pan-sharpening was performed using data with cloud cover of 30% or less and bands 2, 3, 4 and 8. Discolored water was observed in the surrounding area until late October, but it cannot be seen in subsequent data.

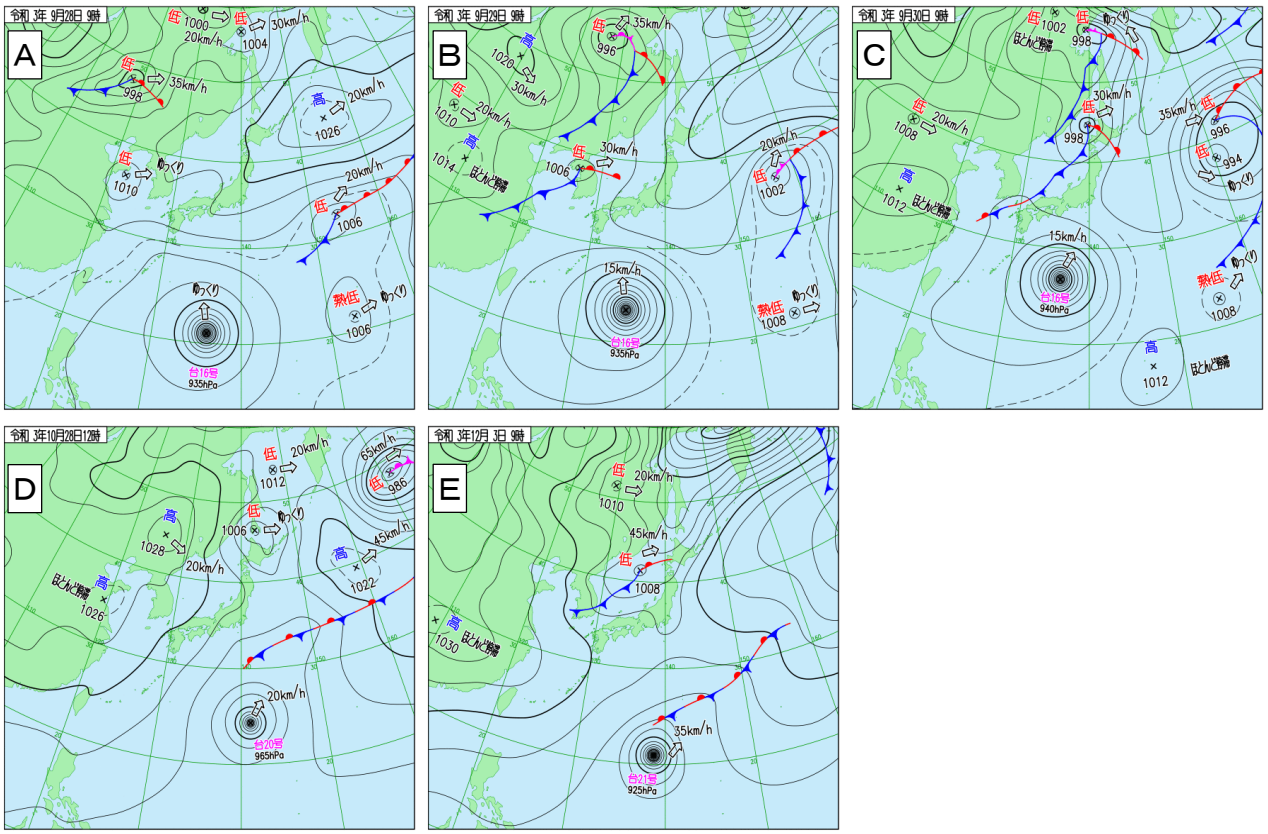


第３図　福徳岡ノ場周辺の強度画像推移
図中の白三角は福徳岡ノ場の山頂位置を示す。軌道方向により見え方に差異はあるが，基本的に陸域部分は縮小傾向にある。また，９月下旬と 10 月下旬におそらく気象の影響に伴うと考えられる大きな形状の変化があり，12 月初旬には消滅した。
Fig. 3. Amplitude images around Fukutoku-Oka-no-Ba
White triangles in the figure indicate the summit of Fukutoku-Oka-no-Ba. Although the appearance varies depending on the orbit direction, the land area generally tends to shrink. In late September and late October, there were significant changes in shape that were thought to be due to meteorological influences, and it disappeared in early December.



第４図　加色混合法による強度画像の比較（A と B は path16，C と D は path127）
図中の白三角は福徳岡ノ場の山頂位置を示す。同じ軌道から撮像されたデータについて比較すると，陸域の変形や消滅および面積が縮小していることが確認できる。

Fig. 4. Ground surface change extracted by an additive color process using amplitude images of ALOS-2/PALSAR-2 data for path 16 (A and B) or 127 (C and D)
White triangles in the figure indicate the summit of Fukutoku-Oka-no-Ba. Comparing data taken from the same orbit, it is possible to confirm the deformation, disappearance, and reduction in land area.



第５図　９月下旬（A, B, C）と 10 月下旬（D）と 12 月初旬（E）の天気図
A, B, C：台風 16 号が福徳岡ノ場の西海上を数日間かけて北上した。
D：台風 20 号が福徳岡ノ場周辺を直撃した。
E：台風 21 号が福徳岡ノ場周辺を直撃し，前線も停滞した。

Fig. 5. Weather charts for late September (A, B, C), late October (D), and early December (E).
Typhoon 16 moved north over the sea west of Fukutoku-Oka-no-Ba over several days (A, B, C). Typhoon 20 made a direct hit on the Fukutoku-Oka-no-Ba area (D). Typhoon 21 made a direct hit on the Fukutoku-Oka-no-Ba area, and the stationaly front also infuluence (E).