

### 3章 観測仰角の設定

2010年4月初旬において、レーダ雨量画像に不自然な箇所が複数見られた（1章1節）。この原因の一つとして、観測仰角が低く設定されていたためグランドクラッタが混入し易いことであると考えられた。そのため、観測仰角の設定検討を行うこととなった。本章では、2010年の初期調整時（試験運用開始前）に行われた仰角設定方法に関する検討及び個別レーダの仰角設定の検討について述べる。

#### 3章1節 配信用観測仰角の設定に関する検討経緯

##### 3章1節1項 観測仰角の検討1

精度の高いレーダ雨量観測を実現するためには、観測仰角を低くし地表面付近の降水を観測することが望ましい。2010年4月初旬のレーダの設置当初は、レーダの観測仰角が比較的低く設定されていた。そのため、グランドクラッタが混入し易く、特にレーダ近傍では強いグランドクラッタが混入され易い状況となっていた。グランドクラッタが混入され易いため、MTI処理等によりグランドクラッタが十分に除去されずに消え残り、特にレーダ近傍において異常に強い降雨域が現れていた。そこで、グランドクラッタ影響を軽減するために、観測仰角の検討を行った。まず、下記に示すいずれかの案で観測仰角が設定可能であるか検討するため、当初に設定していた仰角<sup>1</sup>から0.2°～0.3°毎に仰角を徐々に上げて観測を行った。なお、この時点では、1仰角合成を想定していた。

下記に示す案において、レーダから半径30km以内、60km以内のグランドクラッタの影響を目安とする理由は、1)重点観測地域がレーダから半径30km以内に入るようにレーダが配置されていること、2)定量観測範囲がレーダの機器仕様上では半径60km以内であったためである。

##### ■ 案1:

- 重点観測地域内はグランドクラッタが含まれない仰角。
- 高度1km以下を観測する仰角。

##### ■ 案2:

- レーダの半径30km以内はグランドクラッタが含まれない仰角。
- 高度1.5km以下を観測する仰角。
- 周辺地形等でやむを得ない場合はグランドクラッタが含まれることを認める。

##### ■ 案3:

---

<sup>1</sup> 水橋局：0.8°、能美局：0.8°、尾西局：0.8°、安城局：0.8°、鈴鹿：0.8°、六甲局：-0.1°、葛城局：-0.2°、鷲峰山局：0.4°、田口局：0.9°

- レーダの半径 60km 以内はグラウンドクラッタが含まれない仰角。
- 高度 2.0km 以下を観測する仰角。
- 周辺地形等でやむを得ない場合はグラウンドクラッタが含まれることを認める。

観測データ(Zh-NOR<sup>2</sup>)を図化し、グラウンドクラッタの状況を確認した結果、上記案で規定する観測高度以下でグラウンドクラッタが全く混入されないことは不可能であることが判明し、上記のいずれの案も満たすことができなかった。

### 3章1節2項 観測仰角の検討 2

仰角設定の再検討にあたり、X-NET を構成するレーダの観測仰角を参考に、考慮すべきグラウンドクラッタ強度、複数仰角観測の有効性を整理した。

#### ■ 考慮すべきグラウンドクラッタ強度

降水エコーとグラウンドクラッタが混在されて観測されたときに、グラウンドクラッタが位相情報に与える影響を 2°程度に収めることを目安とする。その場合、クラッタ強度に対して気象エコーは 15dB 程度の強度比が必要となる。レーダ反射因子で 30dBZ~35dBZ (2.7~5.6mm/h(B=200,  $\beta=1.6$ )) 以上の降雨に対して、Kdp を用いた降雨量算定を使用した場合、グラウンドクラッタ強度を NOR 系で 15dBZ~20dBZ 以下に収めることが目安と考えられる。よって、晴天時のグラウンドクラッタ強度を 20dBZ 以下に収めることを目安として仰角を設定する。

#### ■ 複数仰角観測の有効性

地上付近での降雨強度を精度良く求めるためには、低い観測仰角のデータを用いて降雨強度算定を行うことが望ましい。しかし、観測仰角が低い場合、グラウンドクラッタが混入され易く、特にレーダ近辺では精度の高い降雨強度算定ができなくなる。

レーダ近辺の降雨強度算定を精度良く行うためには、レーダ近傍のグラウンドクラッタが混入しない仰角を設定する必要がある。そのため、低い観測仰角により低高度を観測し、グラウンドクラッタが混入しないメッシュの雨量を正確に観測し、高い観測仰角により低仰角ではグラウンドクラッタ等が混入されるメッシュや遮蔽域を観測することが有効となる。

また、MTI 処理によるグラウンドクラッタ除去では、ドップラー速度が 0m/s 付近の降水エコーもグラウンドクラッタとして認識されて除去される可能性がある。しかし、仰角が異なればドップラー速度が 0m/s となる場所も変わることから、ドップラー速度が 0m/s 付近の降

---

<sup>2</sup> NOR 系の水平偏波の電力値(Prh-NOR)から算出したレーダ反射因子

水エコーが除去されることに対応するためには、複数仰角で相互に補間することが有効となる。よって、配信用観測として複数仰角（2 仰角）を設定する。

以上を踏まえ、仰角設定の再検討にあたり、以下の方法の仰角設定を検討した。

■ 低仰角  $\theta 0$  の設定方法

観測半径 30km 以内の観測高度が 1km 以下<sup>3</sup>となる仰角を低仰角  $\theta 0$  とする。20dBZ 以上のグラウンドクラッタが含まれることを認めるが、グラウンドクラッタが最も少ない仰角を選定する。

■ 高仰角  $\theta 1$  の設定方法

観測半径 30km 以内のグラウンドクラッタが 20dBZ 以下となる観測仰角を高仰角  $\theta 1$  とする。ただし、レーダから 30km の地点での観測高度は 1.5km 以下とする。また、周辺地形等によるやむを得ないグラウンドクラッタは認めるが、最もグラウンドクラッタが少ない仰角を選定する。なお、北陸地域においては、南側の地形遮断が多いためレーダから 30km の地点での観測高度は 2.0km 以下とする。

上記の設定方法による観測仰角により、レーダ雨量画像、合成雨量画像においてグラウンドクラッタに起因する不自然な箇所は概ね確認されなくなった。そのため、上記の設定方法に基づき観測仰角が設定されることとなった。ほぼ全てのレーダが上記の設定方法に基づき観測仰角が設定されている（3 章 2 節）。

---

<sup>3</sup> レーダは、観測半径 30km 以内に重点観測地域が入ることを目安に設置されているため、半径 30km 以内は低高度（1km 以下）の観測により精度良く降雨量算定を行うため。

### 3章2節 各レーダの仰角設定

以下、各レーダの仰角設定の検討について述べる。なお、レーダから 30km 地点の観測高度が 1km となる仰角を「低仰角の最大仰角」、レーダから 30km 地点の観測高度が 1.5km（遮蔽状況等によって例外として変更される場合がある）となる仰角を「高仰角の最大仰角」と呼ぶ。

仰角の設定は、クラッタの影響を軽減する目的の他に、遮蔽状況を改善する観点でも重要である。比較的大きな遮蔽については、 $\theta 1$  に対して例外設定を行う他、比較的小さい遮蔽については、仰角の微調整や遮蔽判定閾値の変更により遮蔽の解消が行われる場合がある。

### 3章2節1項 関東局の仰角設定

関東局の低仰角の最大仰角は 1.4 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1km、1.9km となる。また、高仰角の最大仰角は 2.4 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1.5km、2.9km となる。図 3.1 は、低仰角、高仰角の最大仰角で観測した晴天時のグラウンドクラッタの状況である。それぞれの最大仰角でグラウンドクラッタが存在することが確認され、仰角を下げることはできないため、関東局の観測仰角  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  は 1.4 度、2.4 度を設定した。

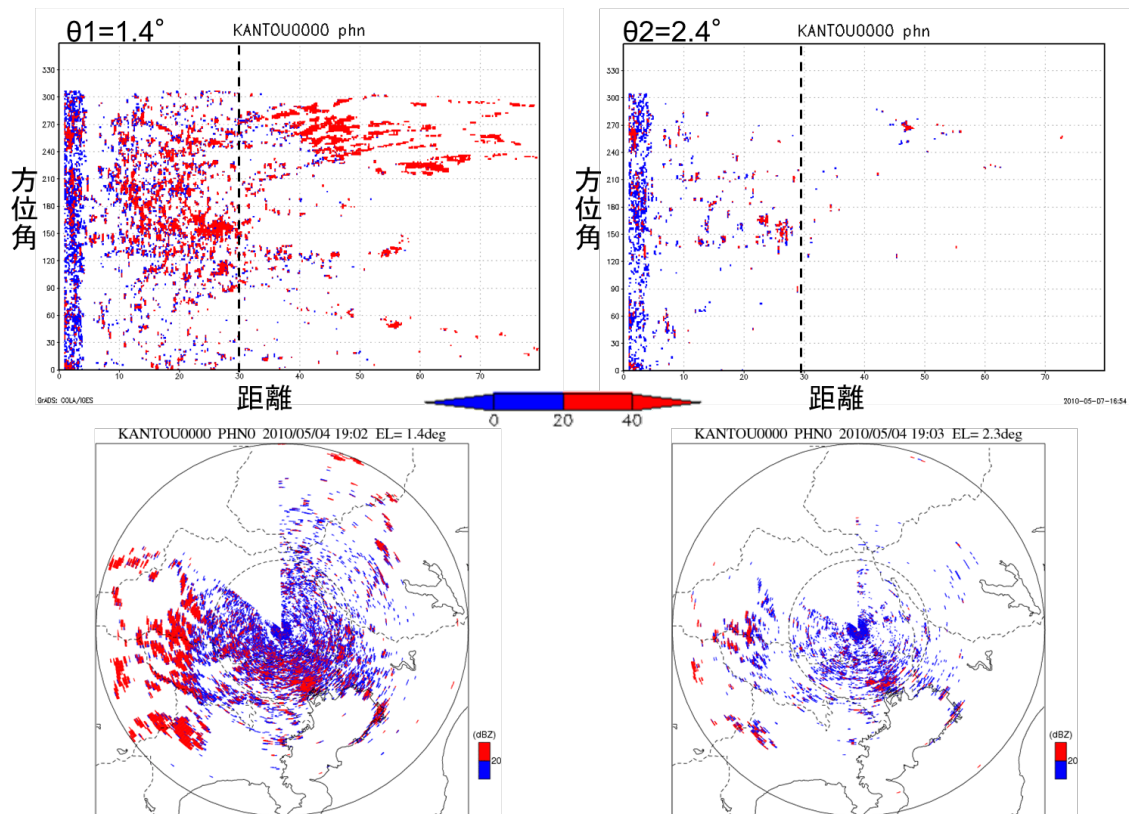


図 3.1 晴天時のグラウンドクラッタの状況 関東局 (2010年5月4日19時)

### 3章2節2項 新横浜局の仰角設定

新横浜局の低仰角の最大仰角は 1.7 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1km、2.1km となる。また、高仰角の最大仰角は 2.6 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1.5km、3km となる。図 3.2 は、低仰角、高仰角の最大仰角で観測した晴天時のグラウンドクラッタの状況である。それぞれの最大仰角でグラウンドクラッタが存在することが確認され、仰角を下げるできないため、新横浜局の観測仰角  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  は 1.7 度、2.6 度を設定した。

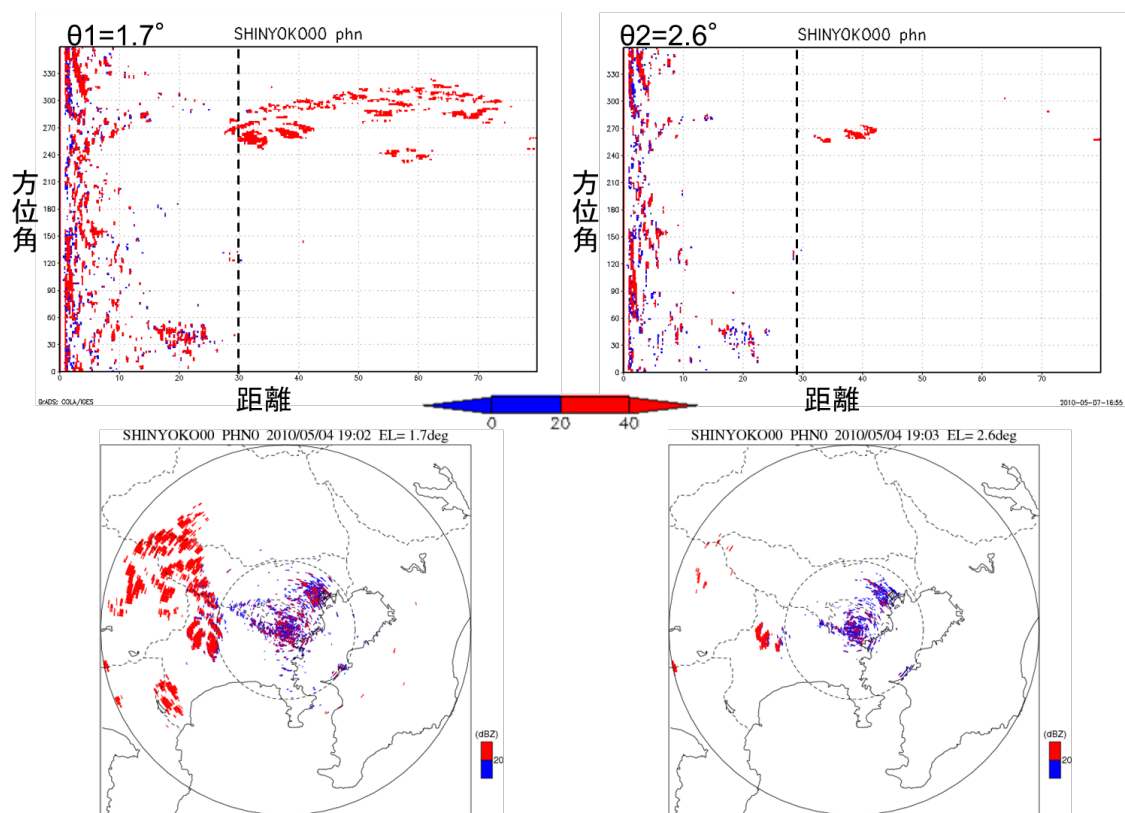


図 3.2 晴天時のグラウンドクラッタの状況 新横浜局 (2010年5月4日19時)

### 3章2節3項 葛城局の仰角設定

葛城局の低仰角の最大仰角は0.1度であり、30km、60km先のビーム高度は1km、1.2kmとなる。また、高仰角の最大仰角は1.1度であり、30km、60km先のビーム高度は1.5km、2.4kmとなる。図3.3は、低仰角、高仰角の最大仰角で観測した晴天時のグランドクラッタの状況である。それぞれの最大仰角でグランドクラッタが存在することが確認され、仰角を下げるできないため、葛城局の観測仰角 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は0.1度、1.1度を設定した。

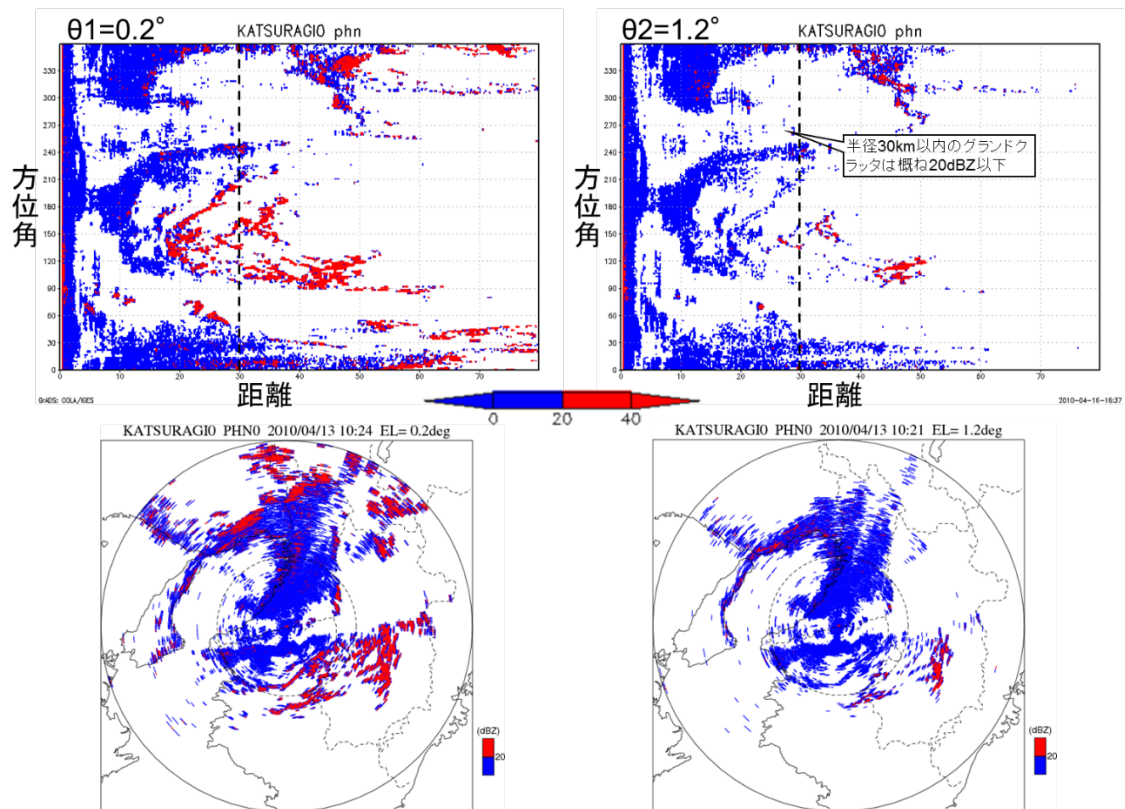


図 3.3 晴天時のグランドクラッタの状況 葛城局 (2010年4月13日10時)

### 3章2節4項 鷺峰山局の仰角設定

鷺峰山局の低仰角の最大仰角は 0.4 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1km、1.3km となる。また、高仰角の最大仰角は 1.4 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1.5km、2.4km となる。図 3.4 は、低仰角、高仰角の最大仰角で観測した晴天時のグランドクラッタの状況である。それぞれの最大仰角でグランドクラッタが存在することが確認され、仰角を下げるできないため、鷺峰山局の観測仰角  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  は 0.4 度、1.4 度を設定した。

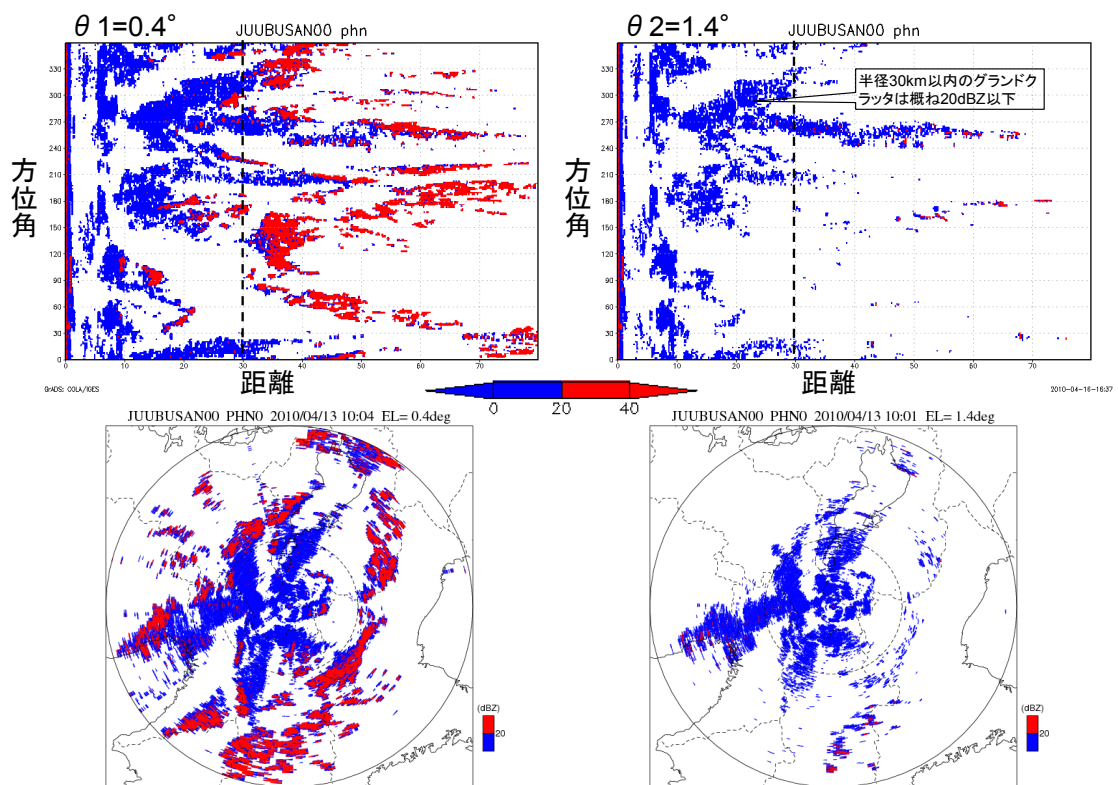


図 3.4 晴天時のグランドクラッタの状況 鷺峰山局 (2010年4月13日10時)



### 3章2節5項 六甲局の仰角設定

六甲局の低仰角の最大仰角は0.1度であり、30km、60km先のビーム高度は1km、1.2kmとなる。また、高仰角の最大仰角は1.0度であり、30km、60km先のビーム高度は1.5km、2.2kmとなる。図3.5は、低仰角、高仰角の最大仰角で観測した晴天時のグランドクラッタの状況である。それぞれの最大仰角でグランドクラッタが存在することが確認され、仰角を下げるできないため、六甲局の観測仰角 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ は0.1度、1.0度を設定した。

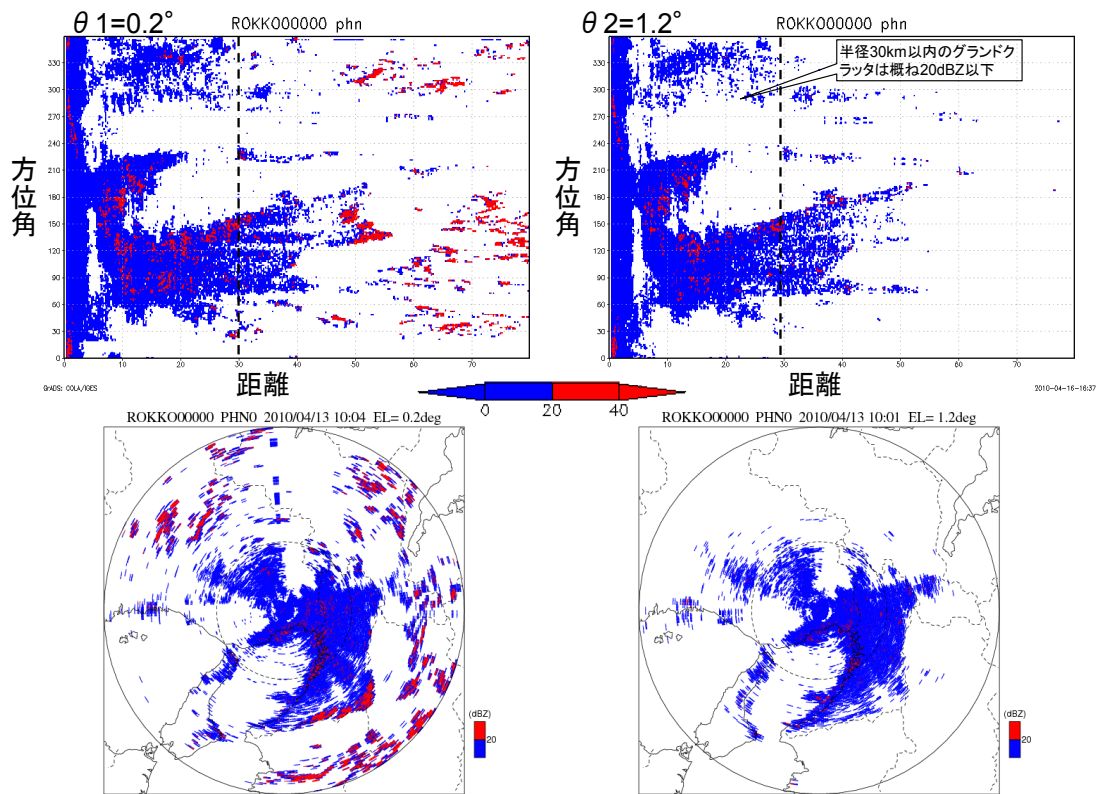


図 3.5 晴天時のグランドクラッタの状況 六甲局 (2010年4月13日10時)

### 3章2節6項 田口局の仰角設定

田口局の低仰角の最大仰角は 1.6 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1km、2km となる。また、高仰角の最大仰角は 2.5 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1.5km、2.9km となる。図 3.6 は、低仰角、高仰角の最大仰角で観測した晴天時のグランドクラッタの状況である。それぞれの最大仰角でグランドクラッタが存在することが確認され、仰角を下げることはできないため、田口局の観測仰角  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  は 1.6 度、2.5 度を設定した。

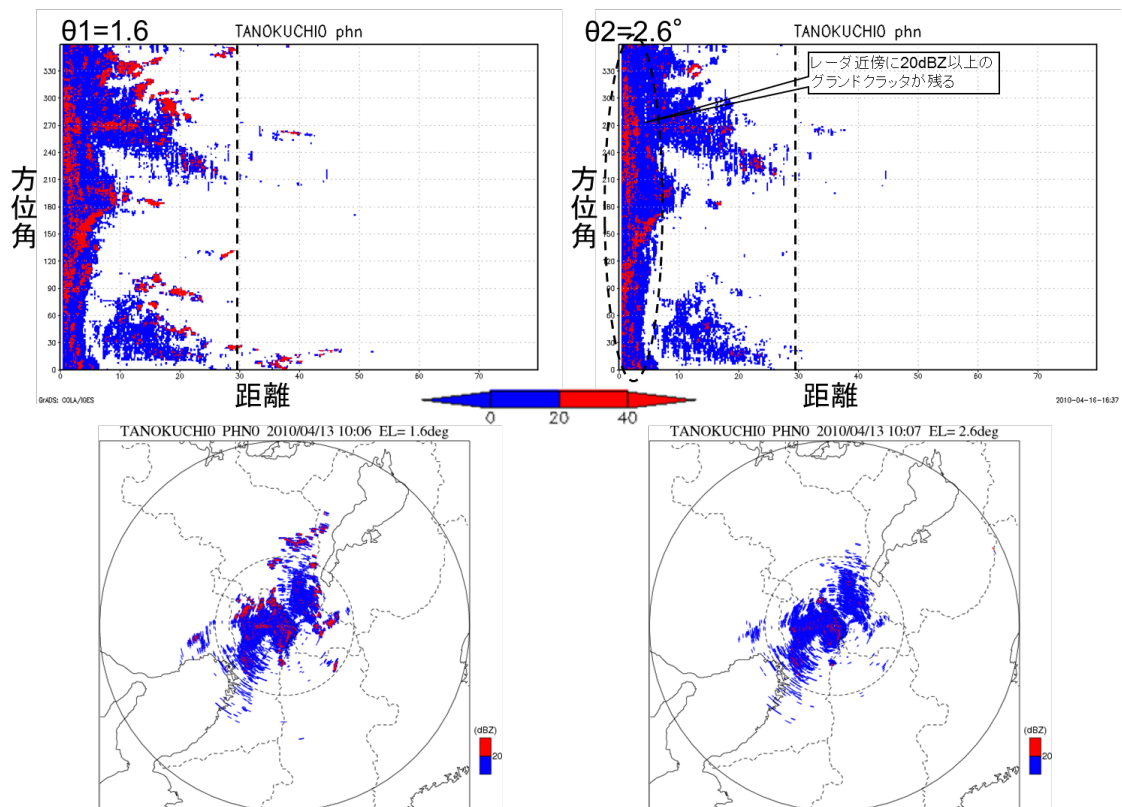


図 3.6 晴天時のグランドクラッタの状況 田口局 (2010年4月13日10時)

### 3章2節7項 安城局の仰角設定

安城局の低仰角の最大仰角は 1.7 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1km、2km となる。また、高仰角の最大仰角は 2.7 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1.5km、3.1km となる。図 3.7 は、低仰角、高仰角の最大仰角で観測した晴天時のグラウンドクラッタの状況である。それぞれの最大仰角でグラウンドクラッタが存在することが確認され、仰角を下げることはできないため、安城局の観測仰角  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  は 1.7 度、2.7 度を設定した。

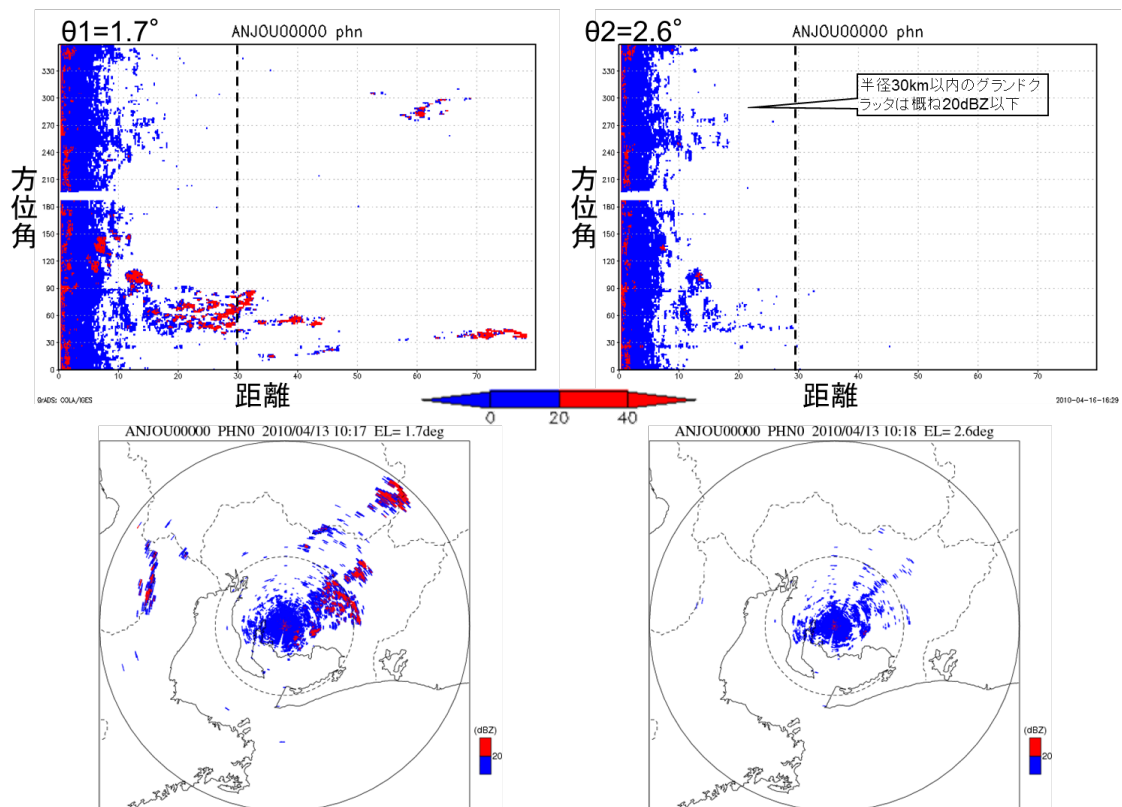


図 3.7 晴天時のグラウンドクラッタの状況 安城局 (2010年4月13日10時)

### 3章2節8項 尾西局の仰角設定

尾西局の低仰角の最大仰角は 1.7 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1km、2.1km となる。また、高仰角の最大仰角は 2.6 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1.5km、3km となる。図 3.8 は、低仰角、高仰角の最大仰角で観測した晴天時のグランドクラッタの状況である。それぞれの最大仰角でグランドクラッタが存在することが確認され、仰角を下げることはできないため、尾西局の観測仰角  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  は 1.7 度、2.6 度を設定した。

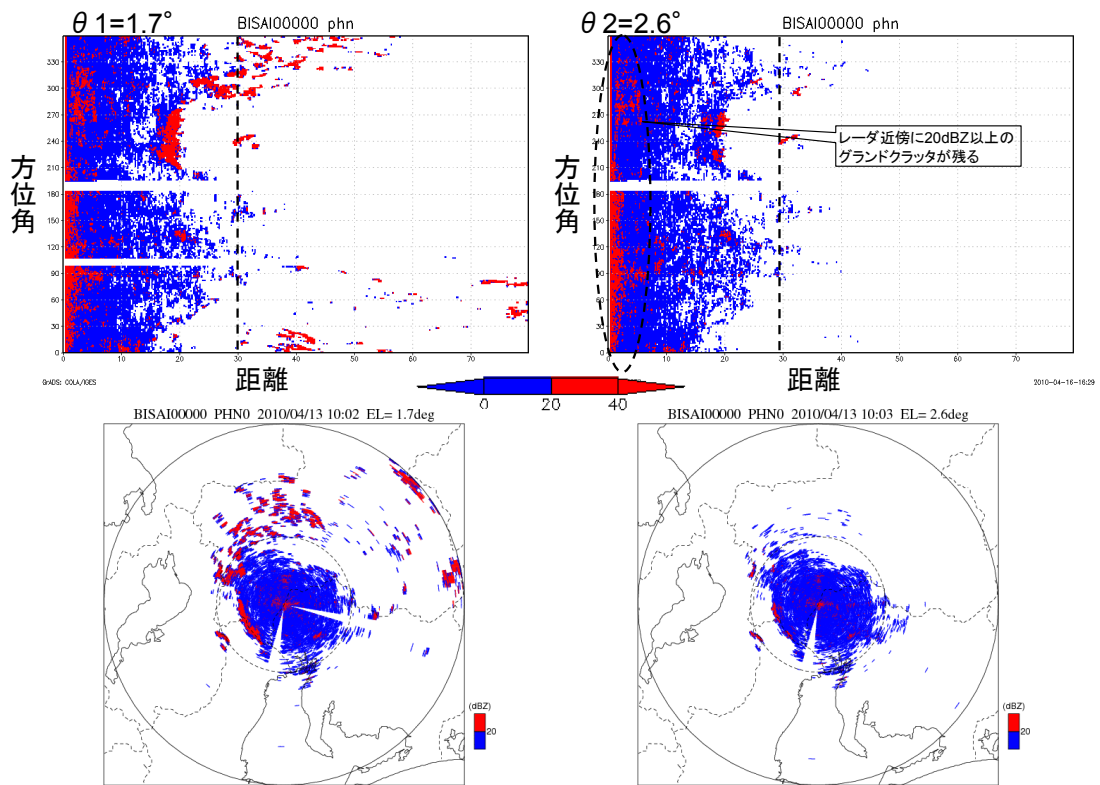


図 3.8 晴天時のグランドクラッタの状況 尾西局 (2010年4月13日10時)

### 3章2節9項 鈴鹿局の仰角設定

鈴鹿局の低仰角の最大仰角は 1.7 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1km、2km となる。また、高仰角の最大仰角は 2.6 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1.5km、3km となる。図 3.9 は、低仰角、高仰角の最大仰角で観測した晴天時のグランドクラッタの状況である。それぞれの最大仰角でグランドクラッタが存在することが確認され、仰角を下げることはできないため、鈴鹿局の観測仰角  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  は 1.7 度、2.6 度を設定した。

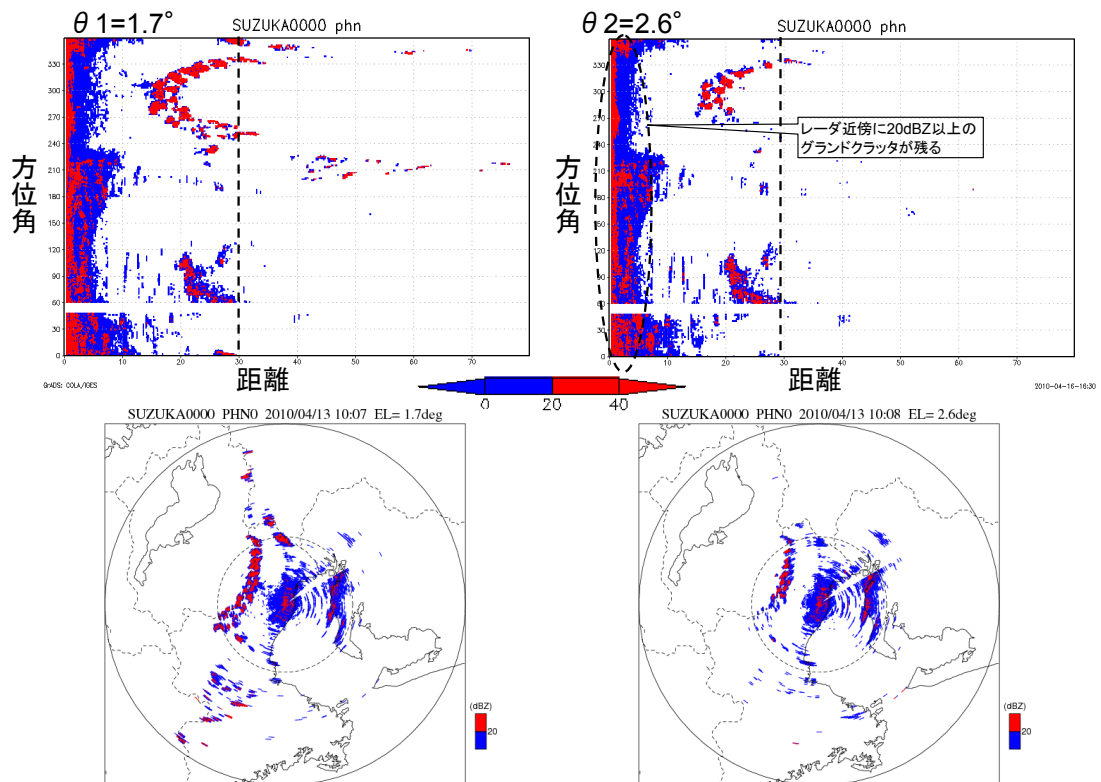


図 3.9 晴天時のグランドクラッタの状況 鈴鹿局 (2010年4月13日10時)

### 3章2節10項 水橋局の仰角設定

水橋局の低仰角の最大仰角は 1.7 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1km、2km となる。なお、高仰角については、南側の地形遮断が多いためレーダから 30km の地点での観測高度は 2.0km 以下とした。高仰角の最大仰角は 3.6 度となり、30km、60km 先のビーム高度は 2km、4km となる。図 3.10 は、低仰角、高仰角の最大仰角で観測した晴天時のグランドクラッタの状況である。それぞれの最大仰角でグランドクラッタが存在することが確認され、仰角を下げることはできないため、水橋局の観測仰角  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  は 1.7 度、3.6 度を設定した。

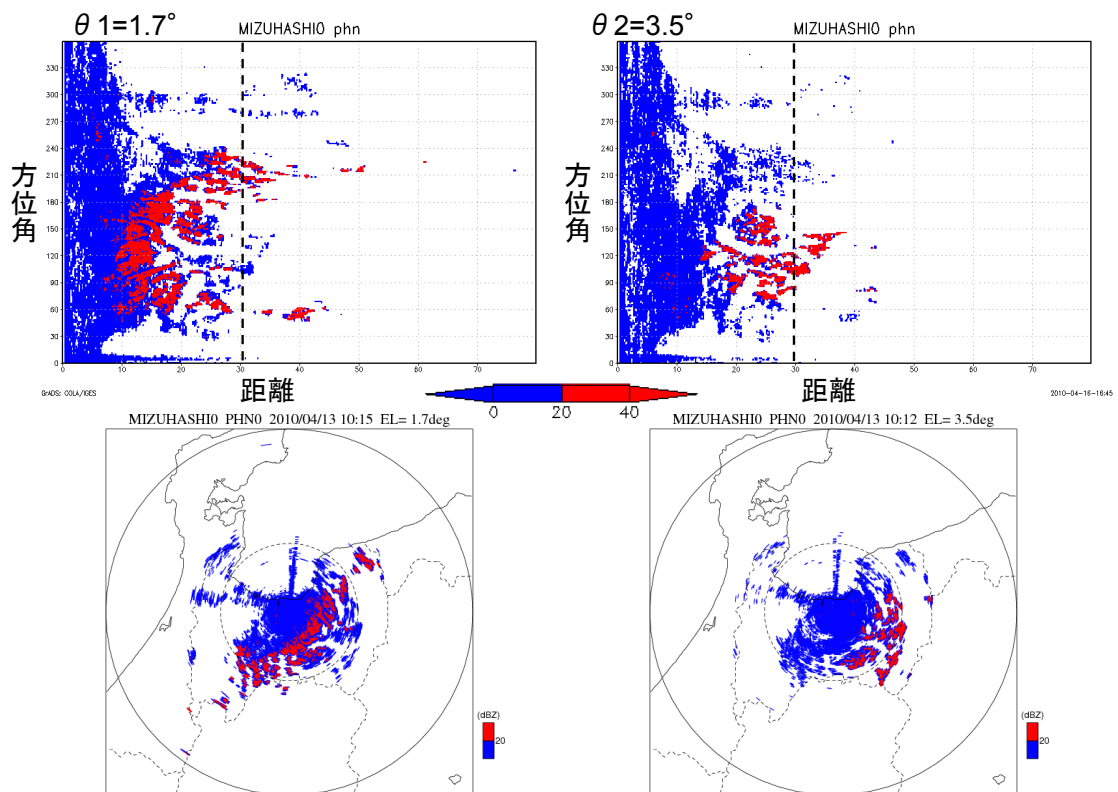


図 3.10 晴天時のグランドクラッタの状況 水橋局 (2010年4月13日10時)

### 3章2節11項 能美局の仰角設定

能見局の低仰角の最大仰角は 1.7 度であり、30km、60km 先のビーム高度は 1km、2km となる。なお、高仰角については、南側の地形遮断が多いためレーダから 30km の地点での観測高度は 2.0km 以下とした。その最大仰角は 3.6 度となり、30km、60km 先のビーム高度は 2km、4km となる。図 3.11 は、低仰角、高仰角の最大仰角で観測した晴天時のグラウンドクラッタの状況である。それぞれの最大仰角でグラウンドクラッタが存在することが確認され、仰角を下げるできないため、能美局の観測仰角  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  は 1.7 度、3.6 度を設定した。

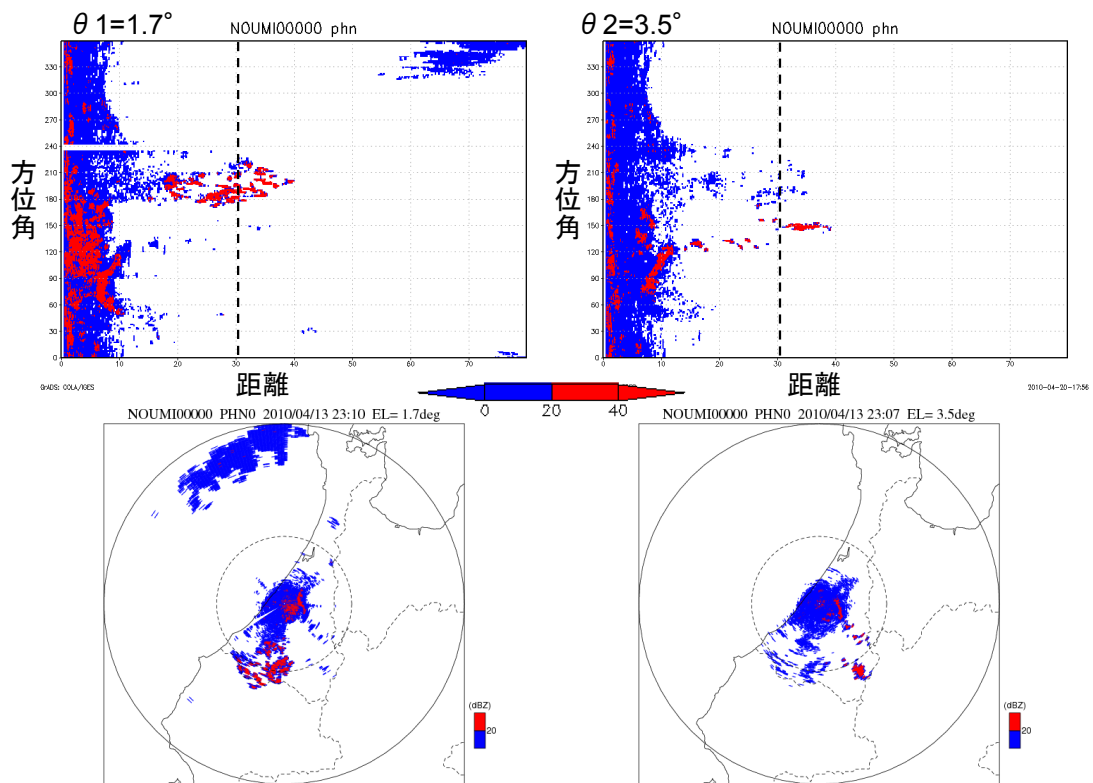


図 3.11 晴天時のグラウンドクラッタの状況 能美局 (2010年4月13日23時)

### 3章2節12項 一関局の仰角設定

一関局の低仰角の最大仰角は  $1.7^\circ$ 、高仰角の最大仰角は  $2.7^\circ$  である。図 3.12 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。低仰角、高仰角の最大仰角に加え、天然ダム方向の遮蔽が解消される仰角  $2.9^\circ$  の遮蔽状況を併せて示している。

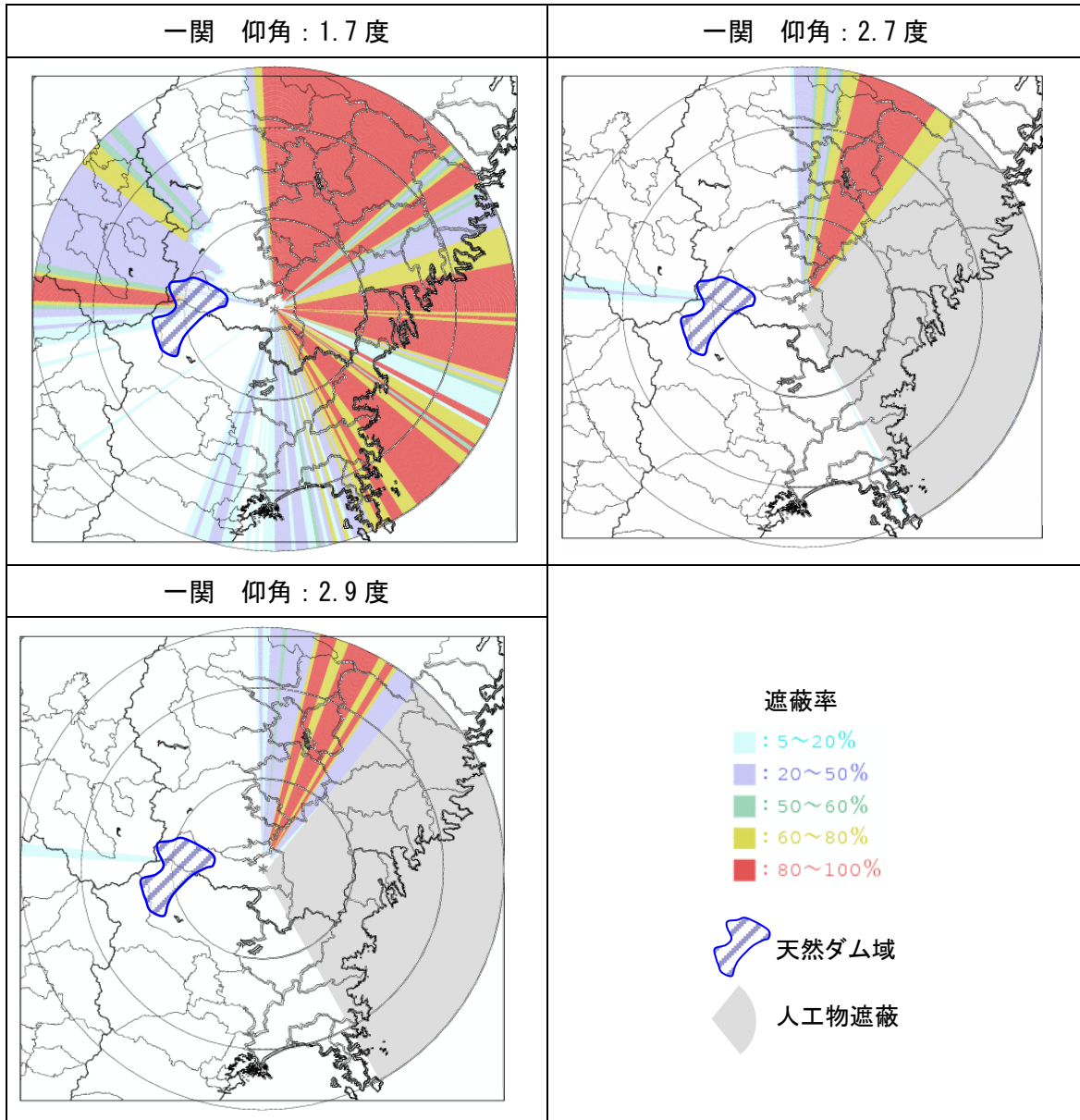


図 3.12 一関局の遮蔽状況



一関局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角の最大仰角である 1.7 度を  $\theta 0$  とし、天然ダム方向の遮蔽を解消するために、レーダから 30km の地点で観測高度が 1.6km となる仰角 2.9 度を  $\theta 1$  として設定した。図 3.13～図 3.16 は  $\theta 0 \pm 1$  度、 $\theta 1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグランドクラッタが確認され、仰角を下げるできないためグランドクラッタを考慮した仰角調整は行われていない。

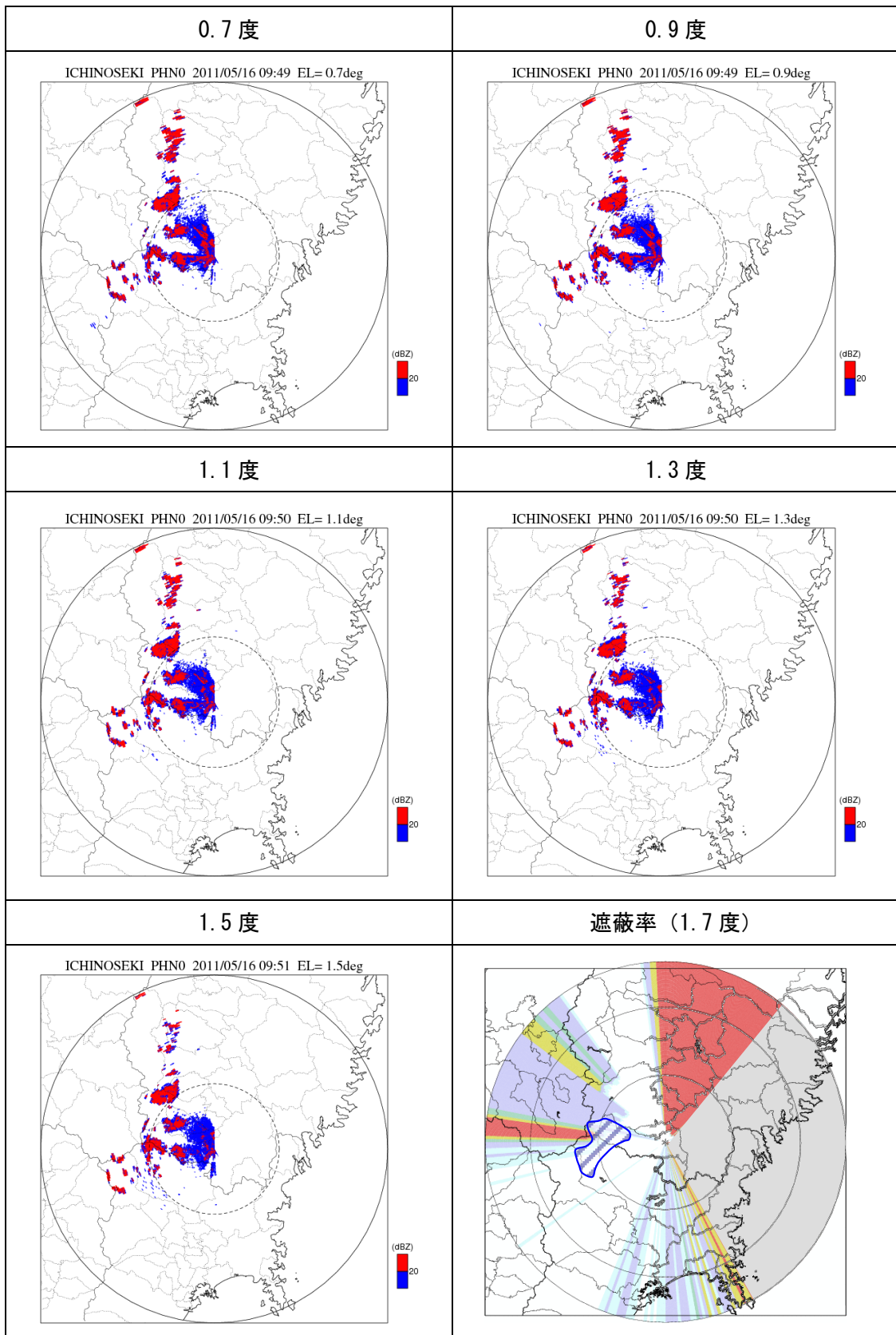


図 3.13 一関局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

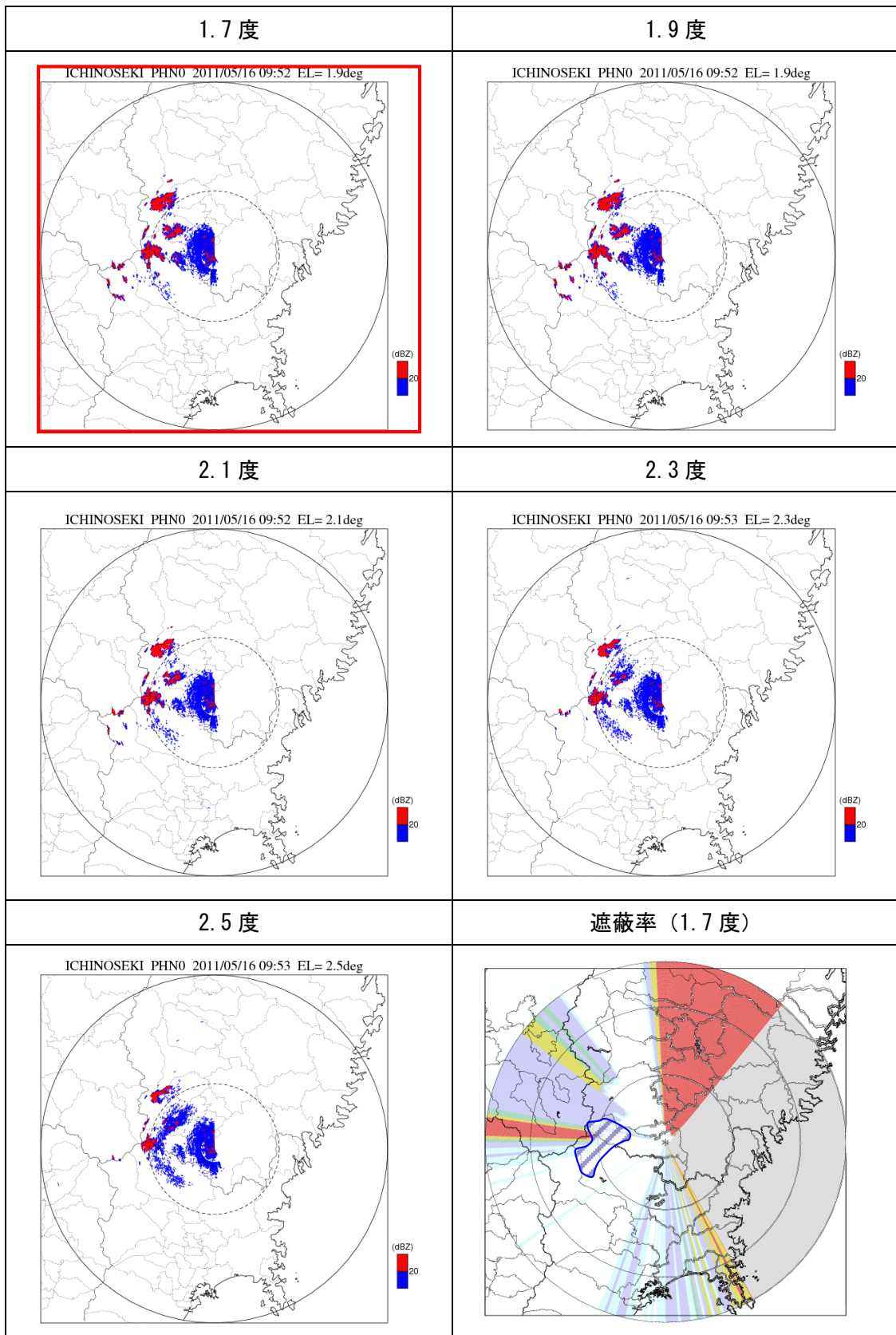


図 3.14 一関局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

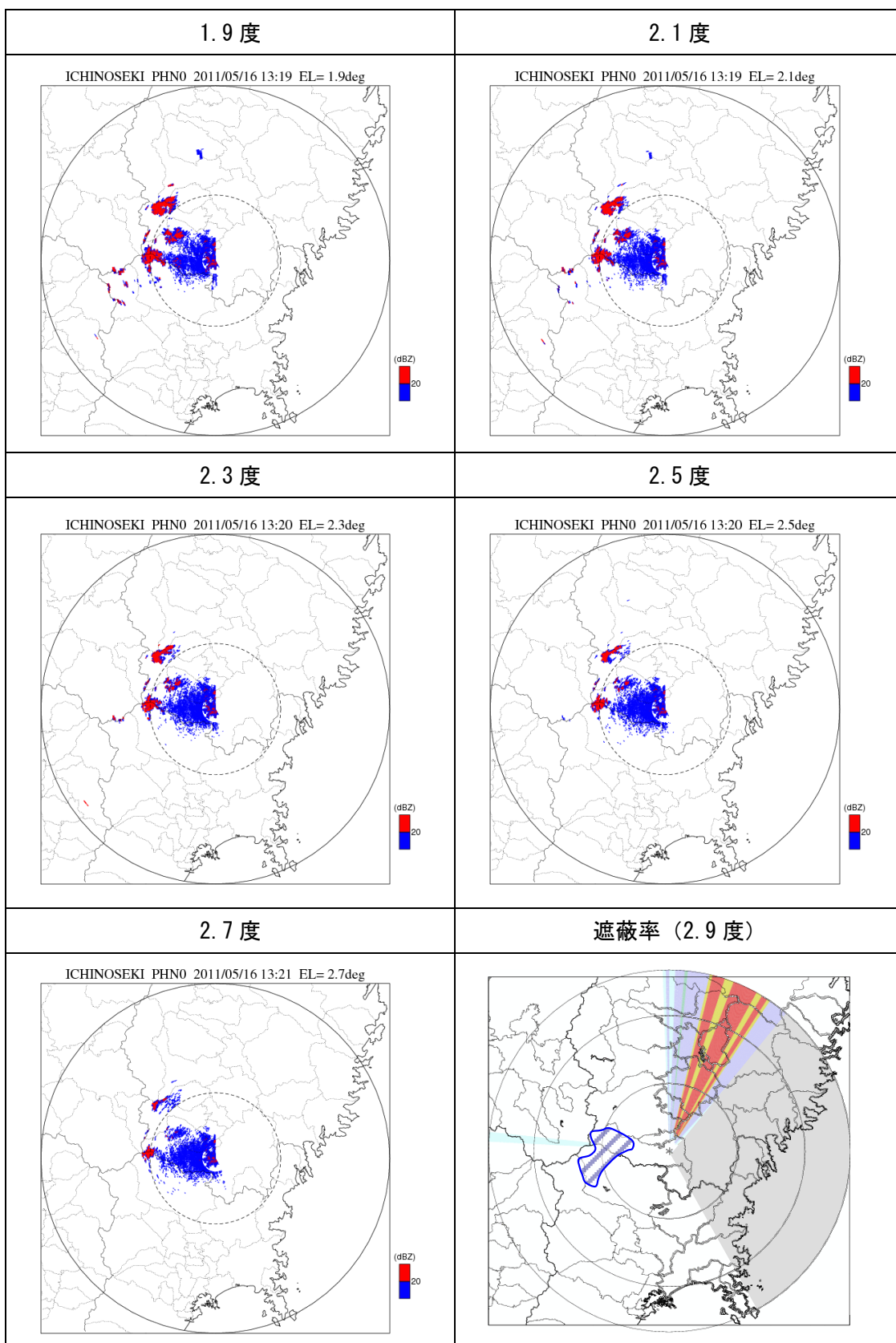


図 3.15 一関局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

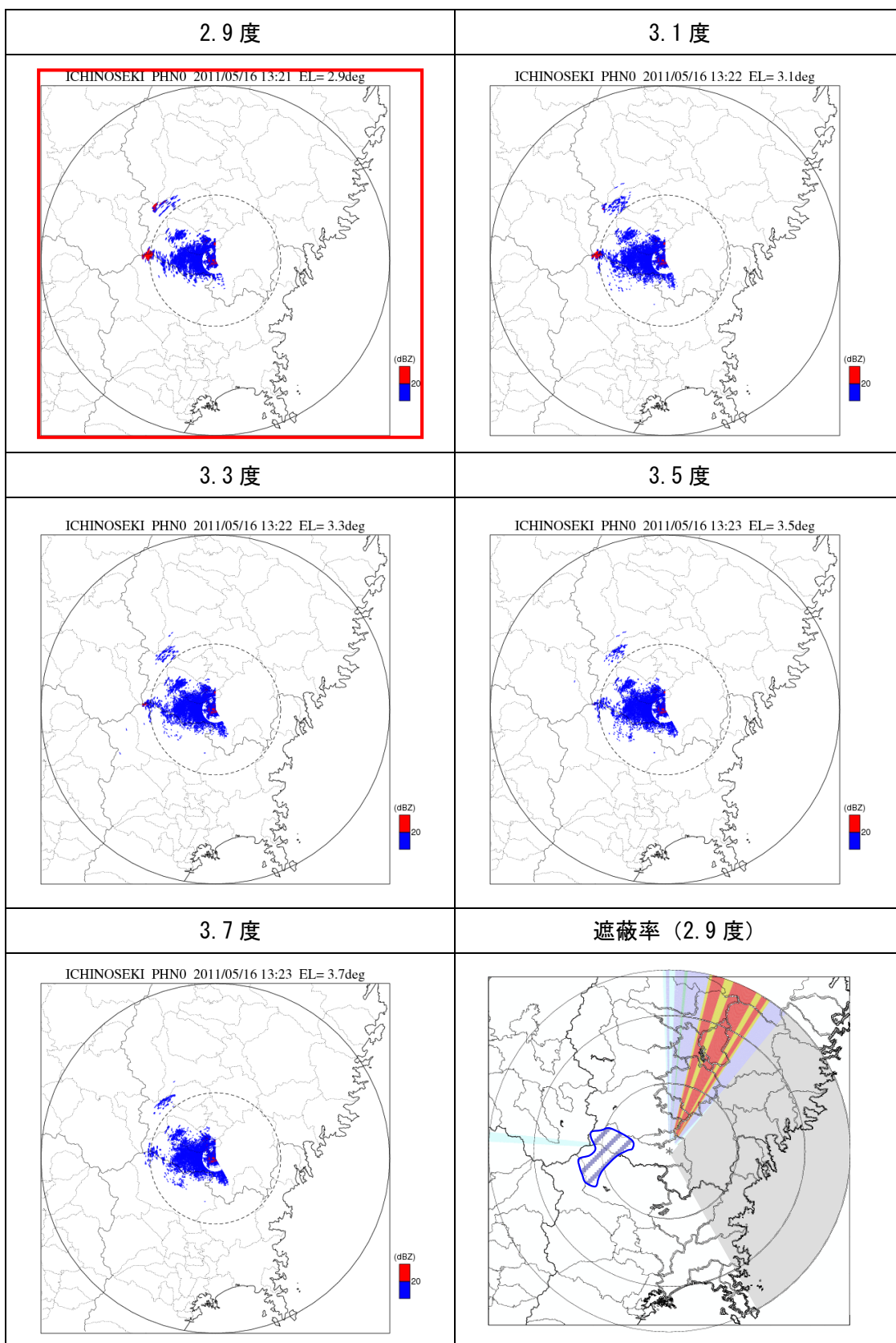


図 3.16 一関局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

### 3章2節13項 一迫局の仰角設定

一迫局の低仰角の最大仰角は  $1.7^\circ$ 、高仰角の最大仰角は  $2.7^\circ$  である。図 3.17 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。低仰角、高仰角の最大仰角に加え、天然ダム方向の遮蔽が解消される仰角  $3.2$  度の遮蔽状況を併せて示している。

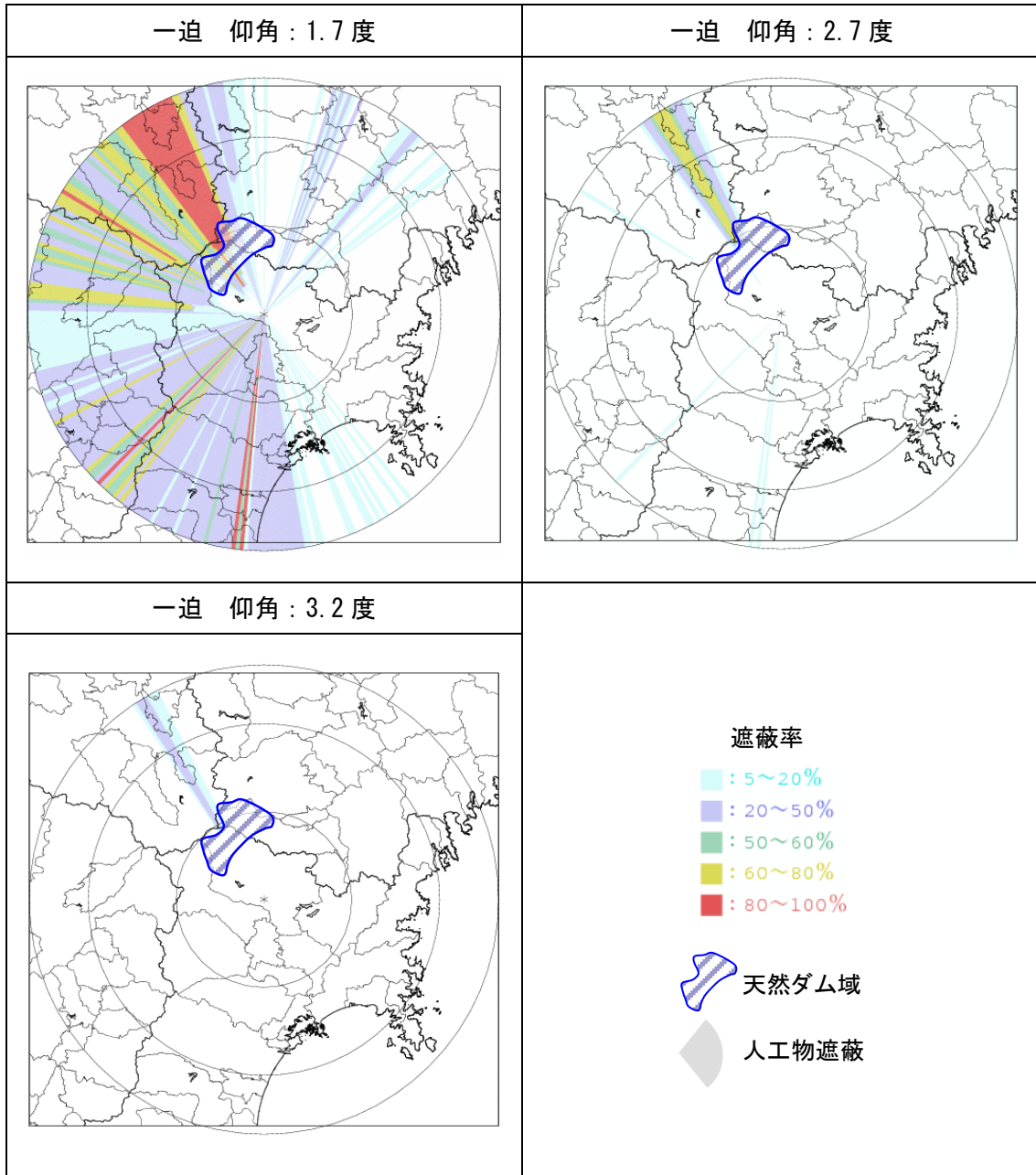


図 3.17 一迫局の遮蔽状況

一迫局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角の最大仰角 1.7 度を  $\theta 0$  とし、天然ダム方向の遮蔽を解消するために、レーダから 30km の地点で観測高度が 1.6km となる仰角 3.2 度を  $\theta 1$  として設定した。図 3.18～図 3.21 は  $\theta 0 \pm 1$  度、 $\theta 1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグラドクラッタ領域が確認され、仰角を下げるできないためグラドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

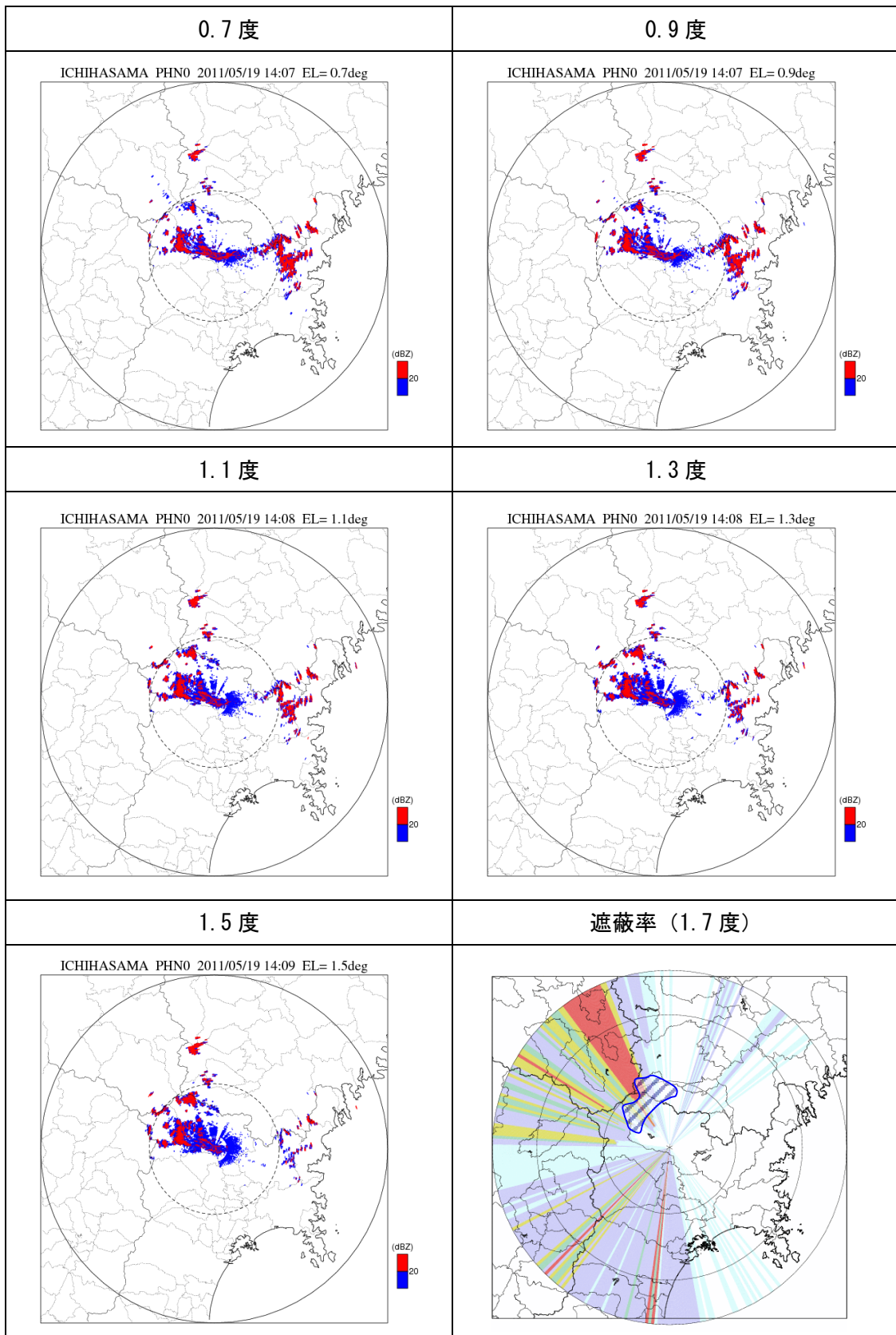


図 3.18 一迫局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグラウンドクラッタ出現状況



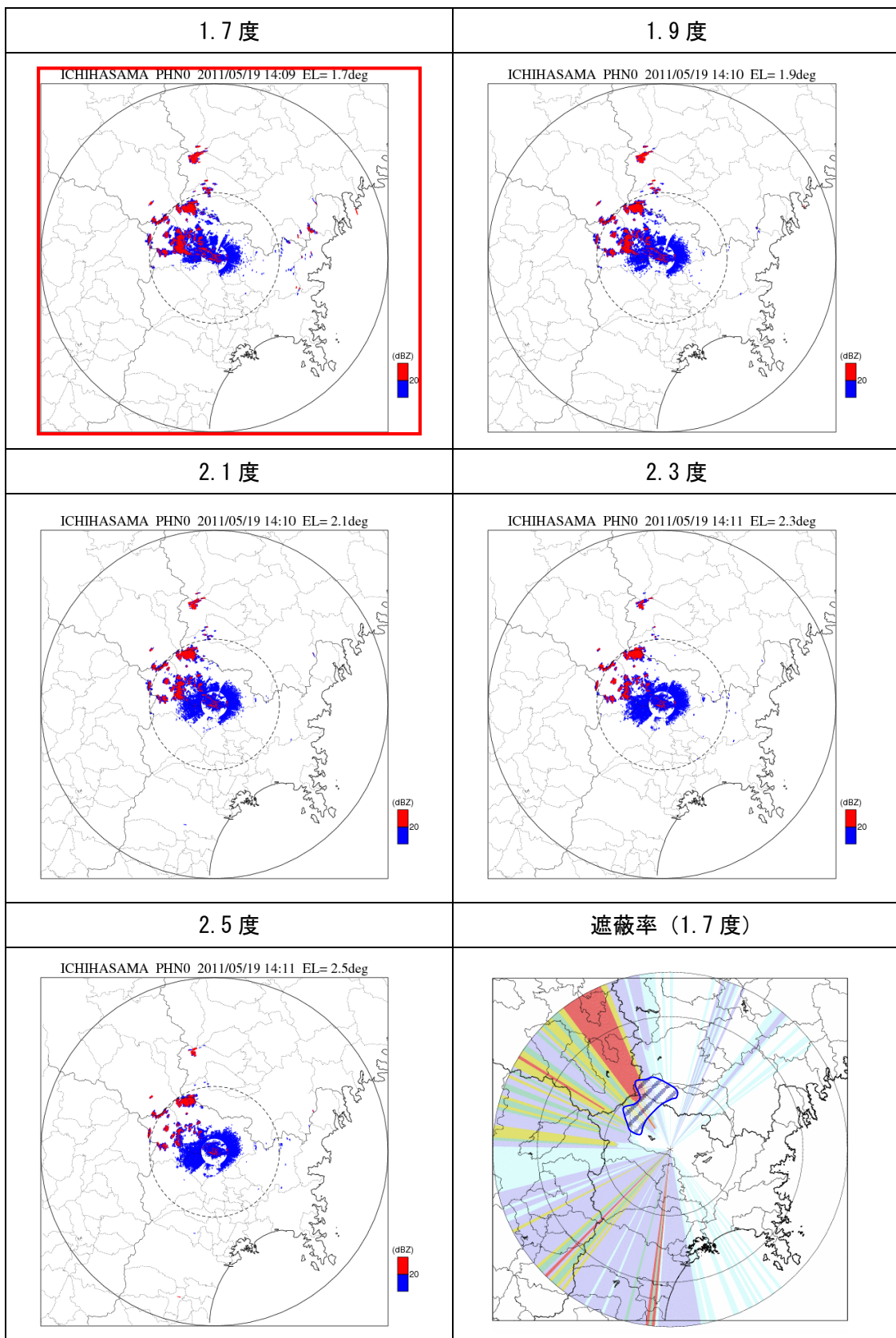


図 3.19 一迫局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグラウンドクラッタ出現状況

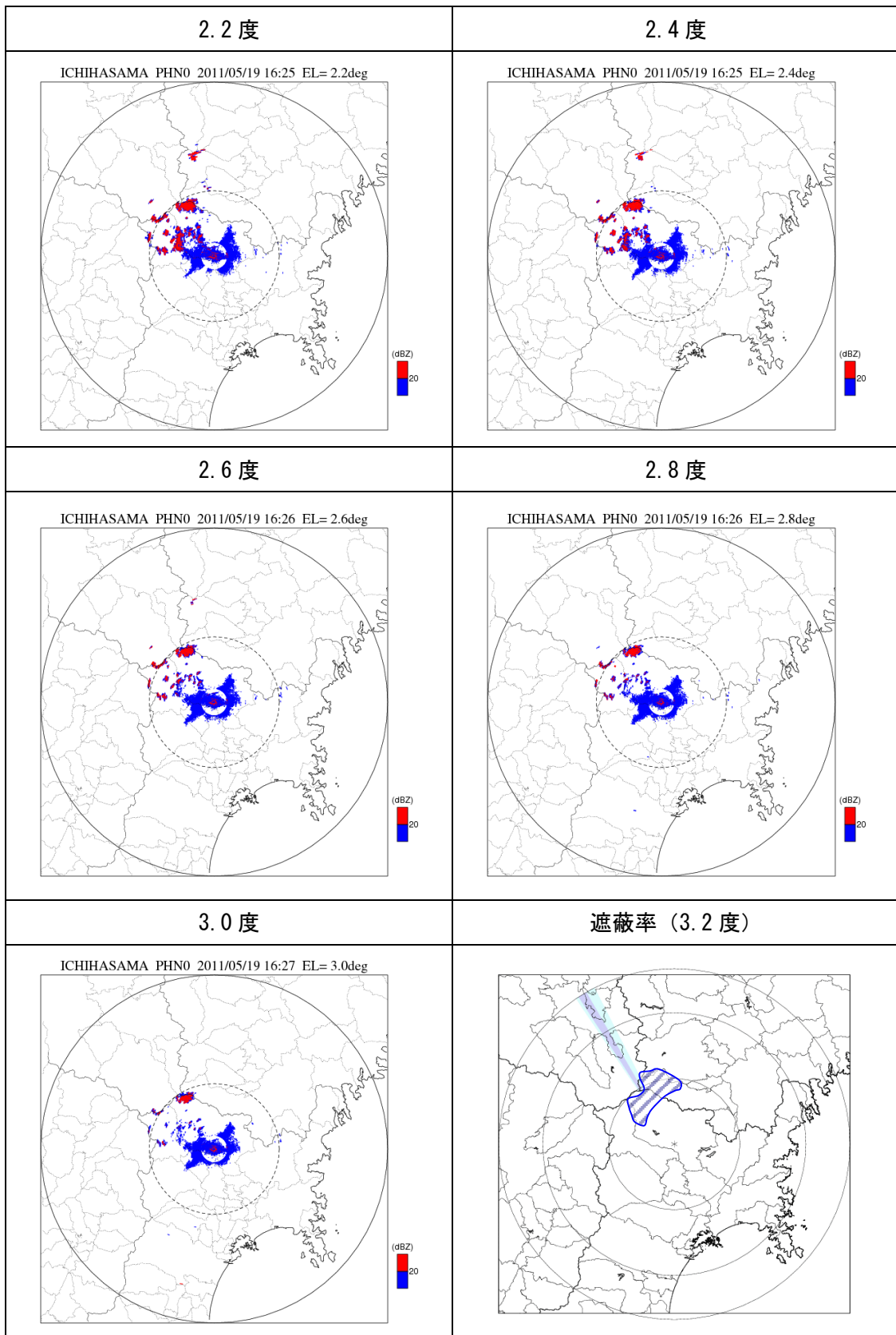


図 3.20 一迫局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

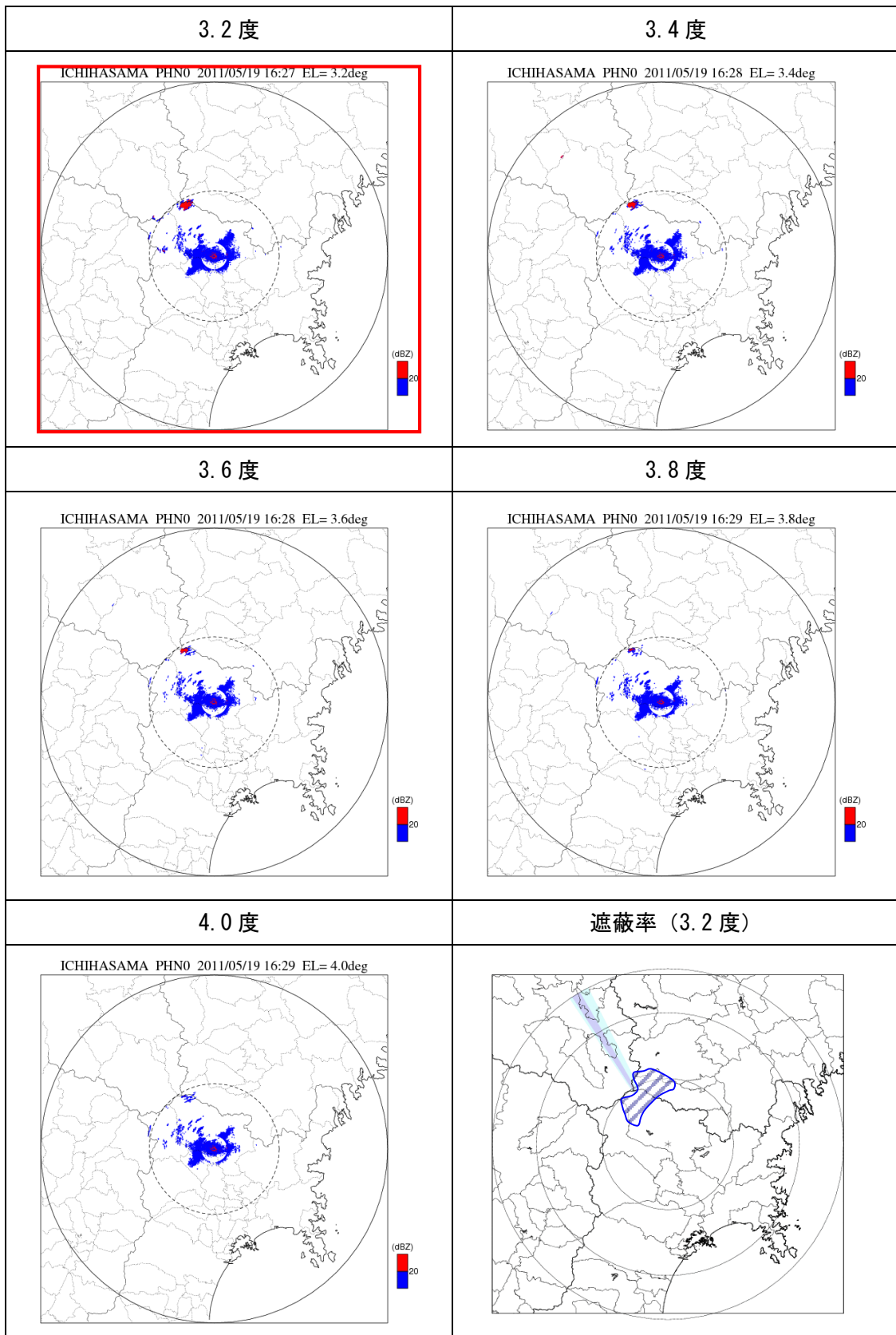


図 3.21 一迫局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

### 3章2節14項 京ヶ瀬局の仰角設定

京ヶ瀬局の低仰角の最大仰角は  $1.7^\circ$ 、高仰角の最大仰角は  $2.7^\circ$  である。図 3.22 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。低仰角、高仰角の最大仰角に加え、遮蔽がほぼ解消される仰角  $3.2$  度の遮蔽状況を併せて示している。

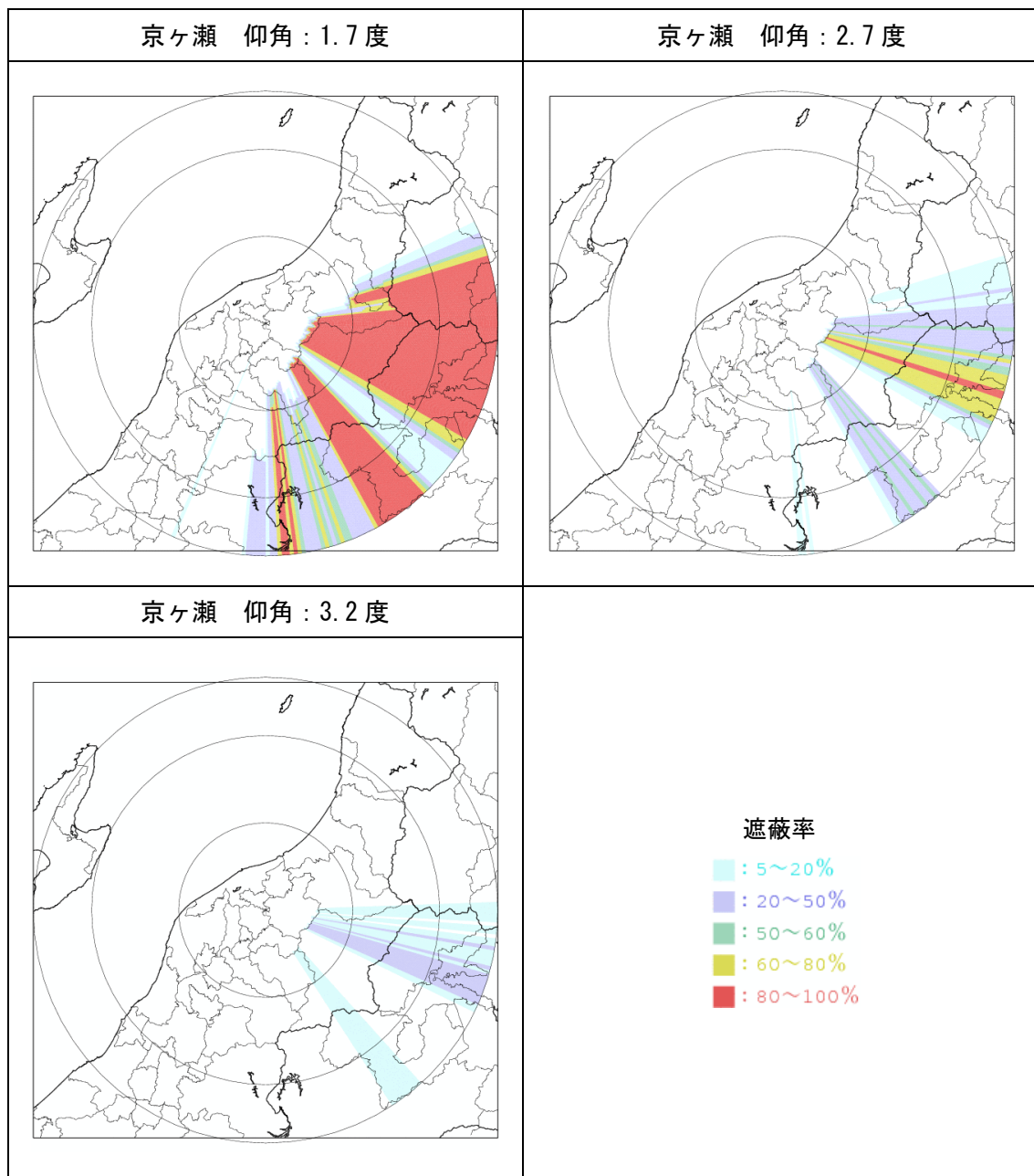


図 3.22 京ヶ瀬局の遮蔽状況

京ヶ瀬局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角の最大仰角 1.7 度を  $\theta 0$  とし、遮蔽を解消するために、レーダから 30km の地点で観測高度が 1.6km となる仰角 2.9 度を  $\theta 1$  として設定した。図 3.23～図 3.26 は  $\theta 0 \pm 1$  度、 $\theta 1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグラウンドクラッタ領域が確認され、仰角を下げるできないためグラウンドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

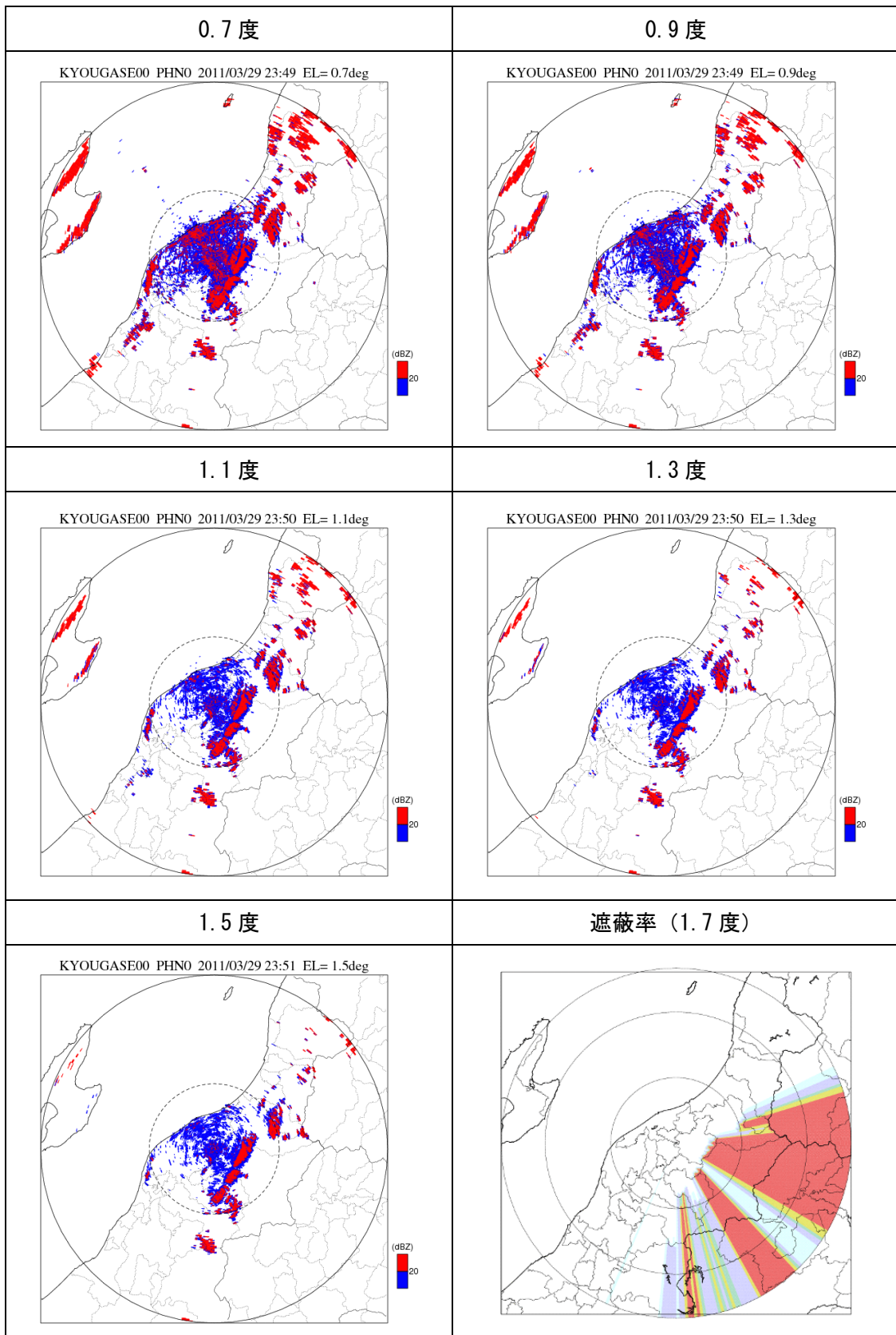


図 3.23 京ヶ瀬局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグラウンドクラッタ出現状況

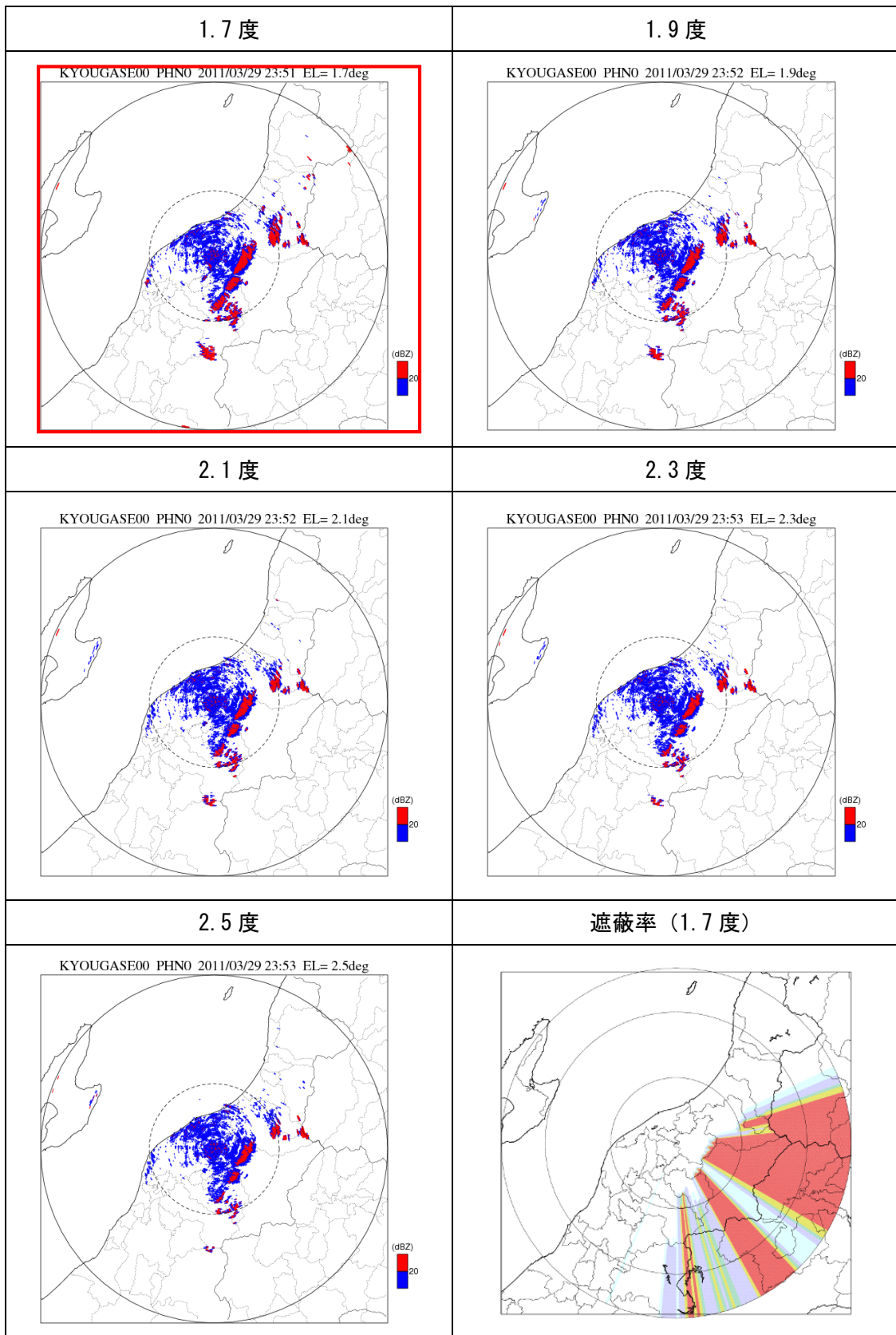


図 3.24 京ヶ瀬局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

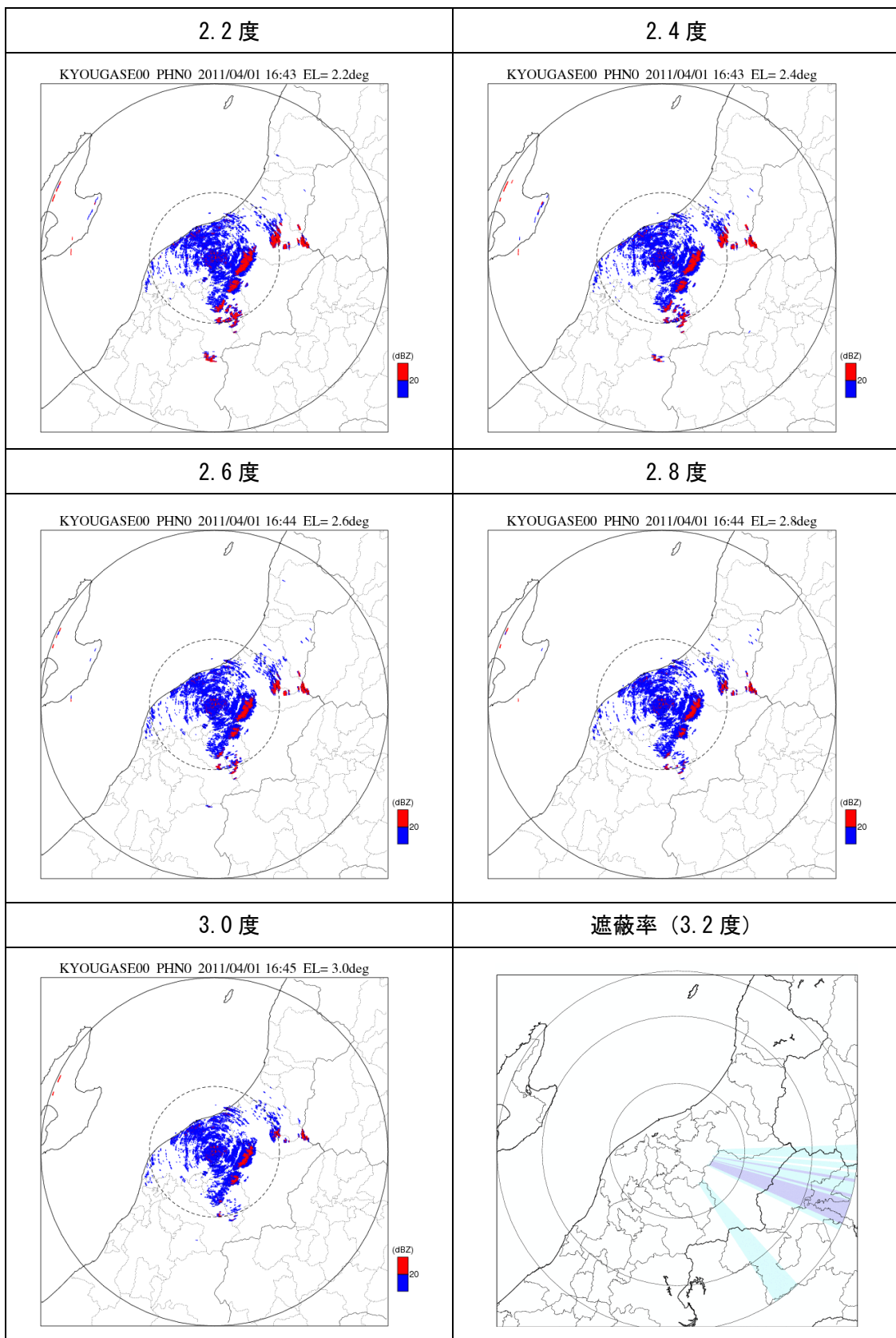


図 3.25 京ヶ瀬局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況



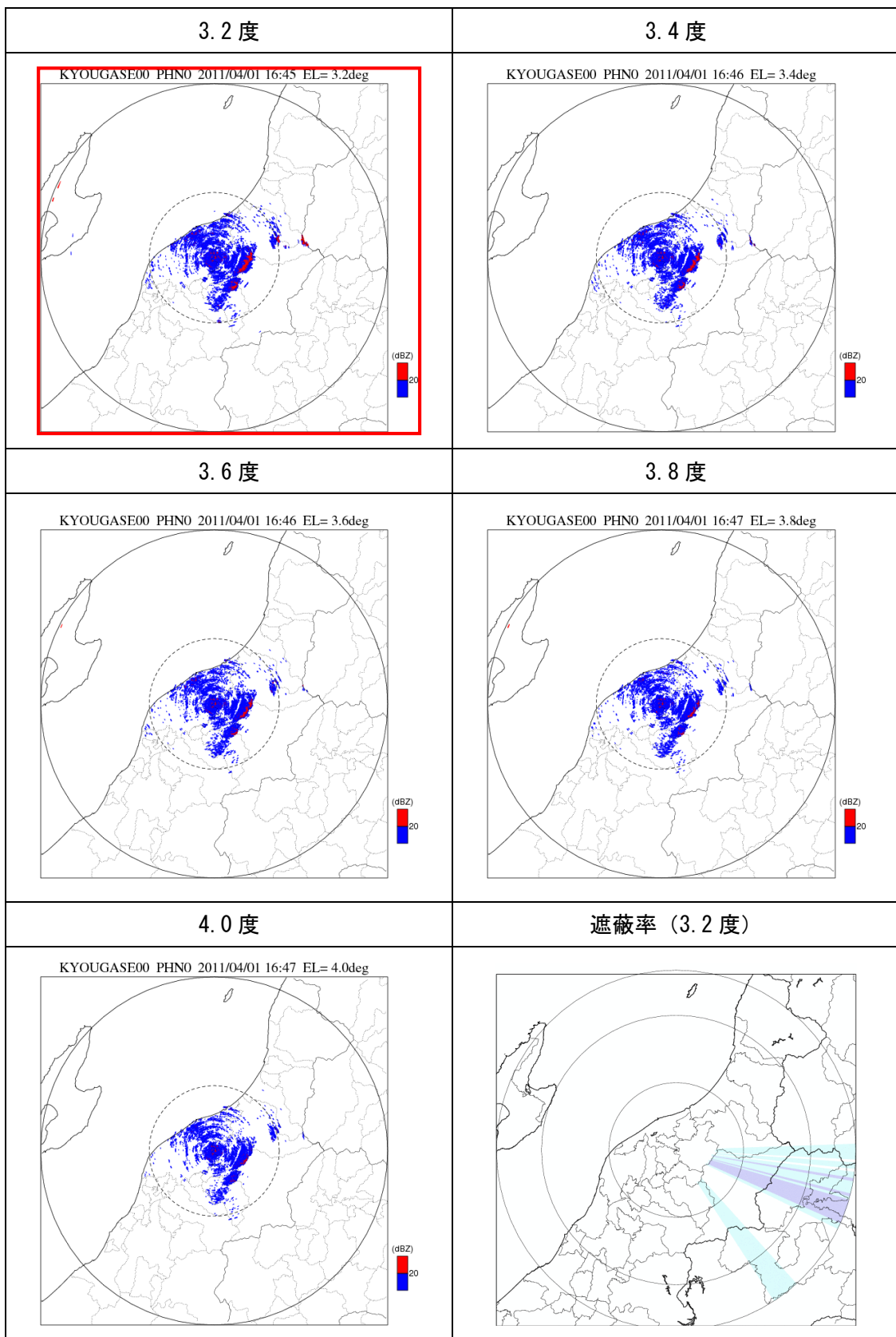


図 3.26 京ヶ瀬局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

■ 遮蔽の判定閾値の変更による遮蔽領域の解消

図 3.27 は京ヶ瀬局の観測範囲となる新潟地域において確認された遮蔽域である。この遮蔽域を解消するために京ヶ瀬局の遮蔽の判定閾値 4 の変更を検討した。

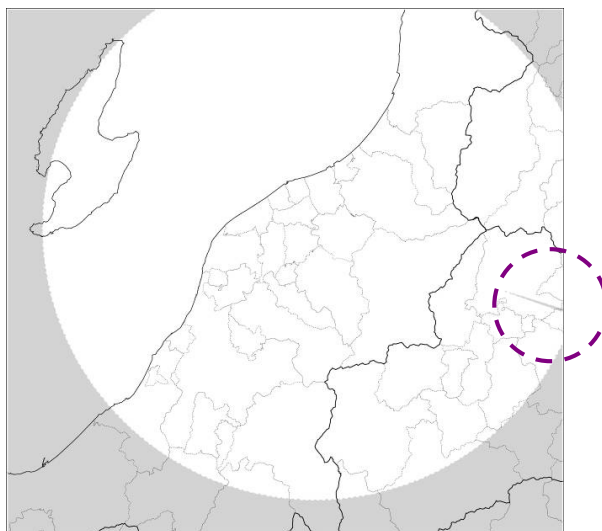


図 3.27 新潟地域において確認された遮蔽域

図 3.28 は遮蔽の判定閾値を変更した際の遮蔽状況である。図 3.29 は遮蔽の判定閾値を 53%として、合成処理時に行われる補間処理を適用した結果である。これにより遮蔽域が解消されていることから京ヶ瀬局の遮蔽の判定閾値を 53%に変更した。

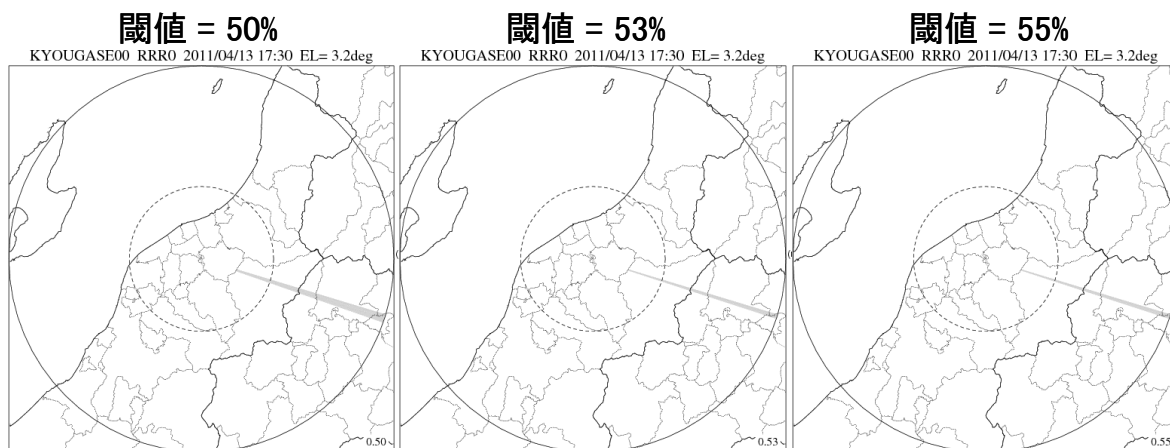


図 3.28 遮蔽の判定閾値を変更した際の遮蔽域の状況（京ヶ瀬局）

<sup>4</sup>遮蔽率が 50%以上の遮蔽は、遮蔽補正を適切に行うことができないとして、遮蔽の判定閾値の既定値は 50%としている。遮蔽率が 50%以上の場合、遮蔽と判定され欠測領域となる

NIIGATA001 2011/04/13 17:30

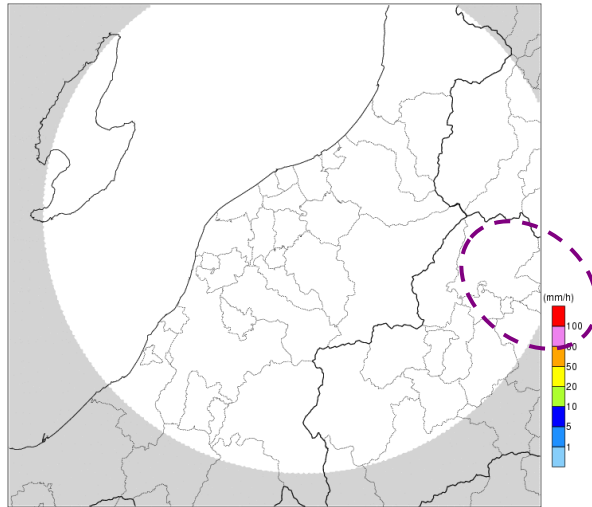


図 3.29 遮蔽の判定閾値の引き上げ及び補間処理を適用後の遮蔽域の出現状況  
(京ヶ瀬局、遮蔽の判定閾値：53%)

### 3章2節15項 静岡北局の仰角設定

静岡北局の低仰角の最大仰角は  $1.6^\circ$ 、高仰角の最大仰角は  $2.5^\circ$  である。図 3.30 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。低仰角、高仰角の最大仰角に加え、南西方向以外の遮蔽が解消される仰角  $3.5^\circ$  と  $4.0^\circ$  の遮蔽状況を併せて示している。

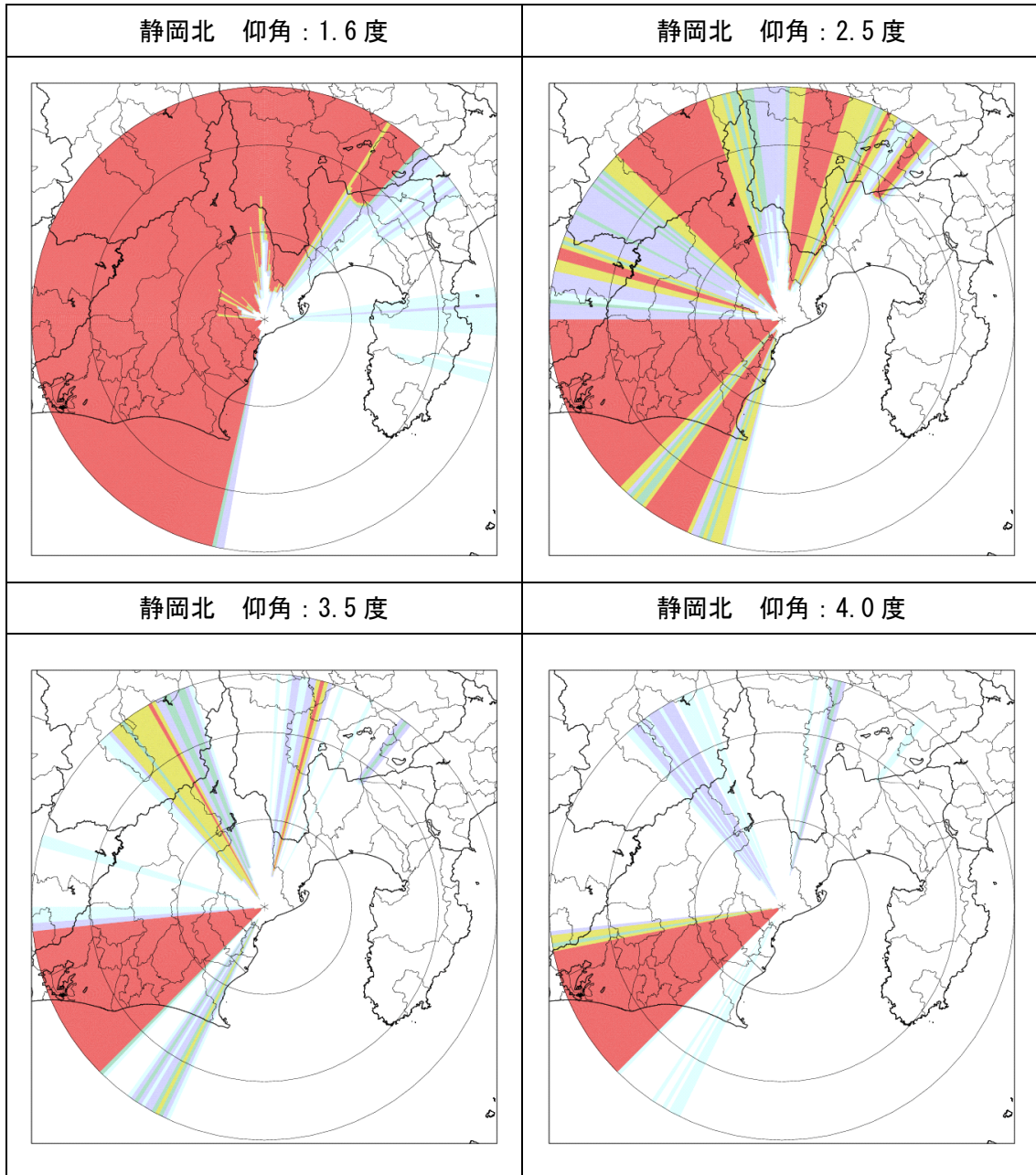


図 3.30 静岡北局の遮蔽状況

静岡北局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角の最大仰角 1.6 度を  $\theta 0$  とし、南西方向以外の遮蔽を解消するために、レーダから 30km の地点で観測高度が 2.2km となる仰角 4.0 度を  $\theta 1$  として設定した。図 3.31～図 3.34 は  $\theta 0 \pm 1$  度、 $\theta 1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグラウンドクラッタ領域が確認され、仰角を下げるできないためグラウンドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

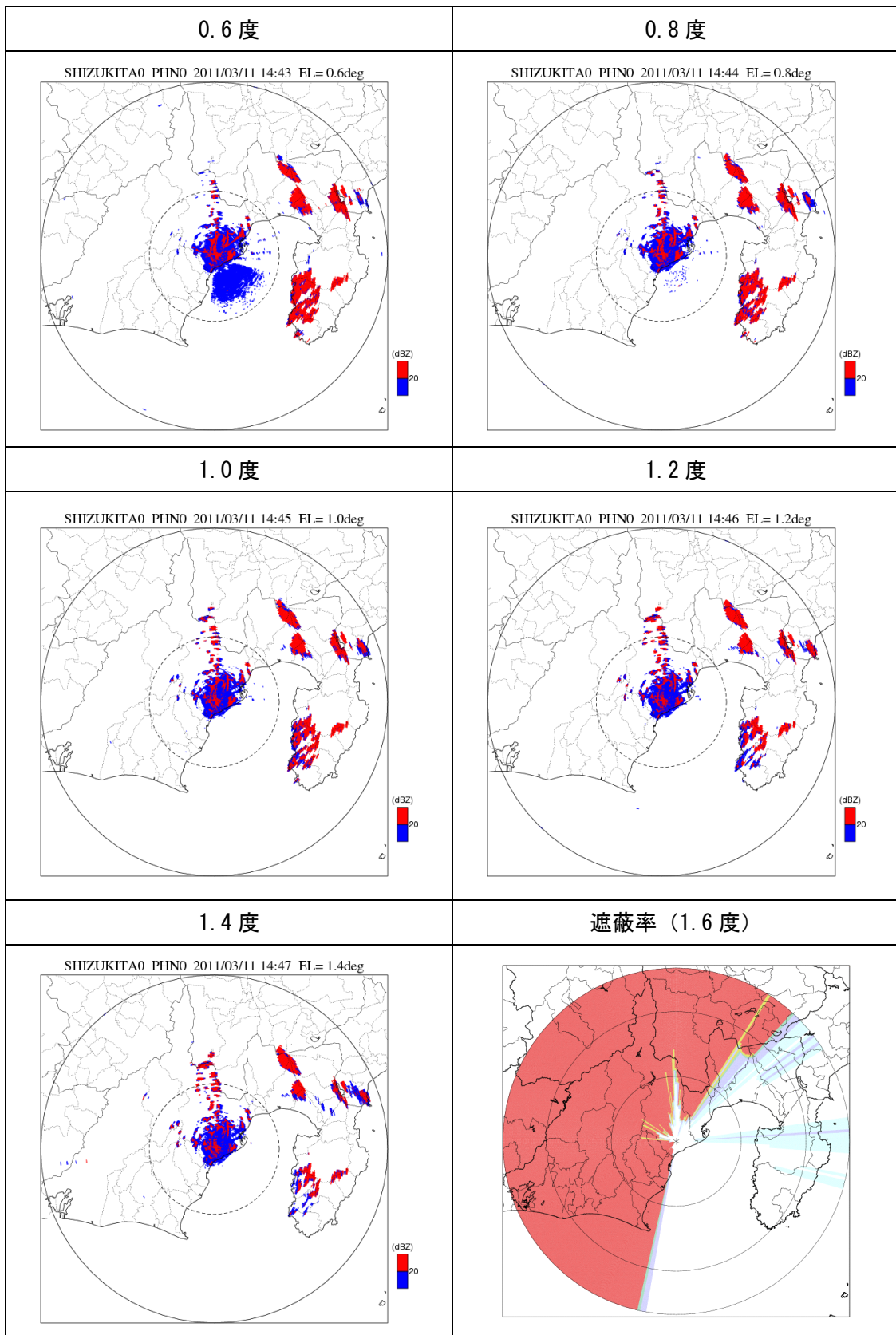


図 3.31 静岡北局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

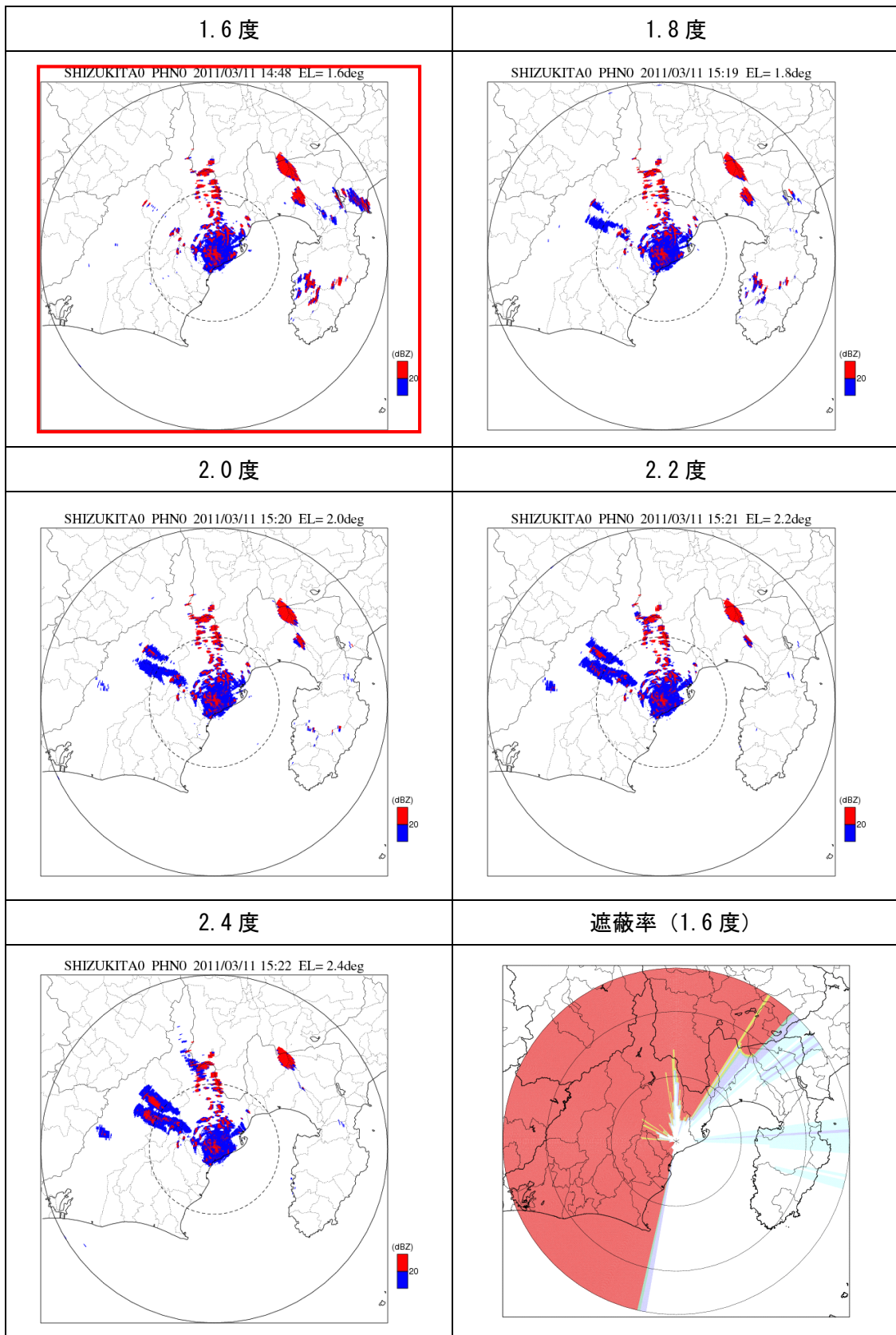


図 3.32 静岡北局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

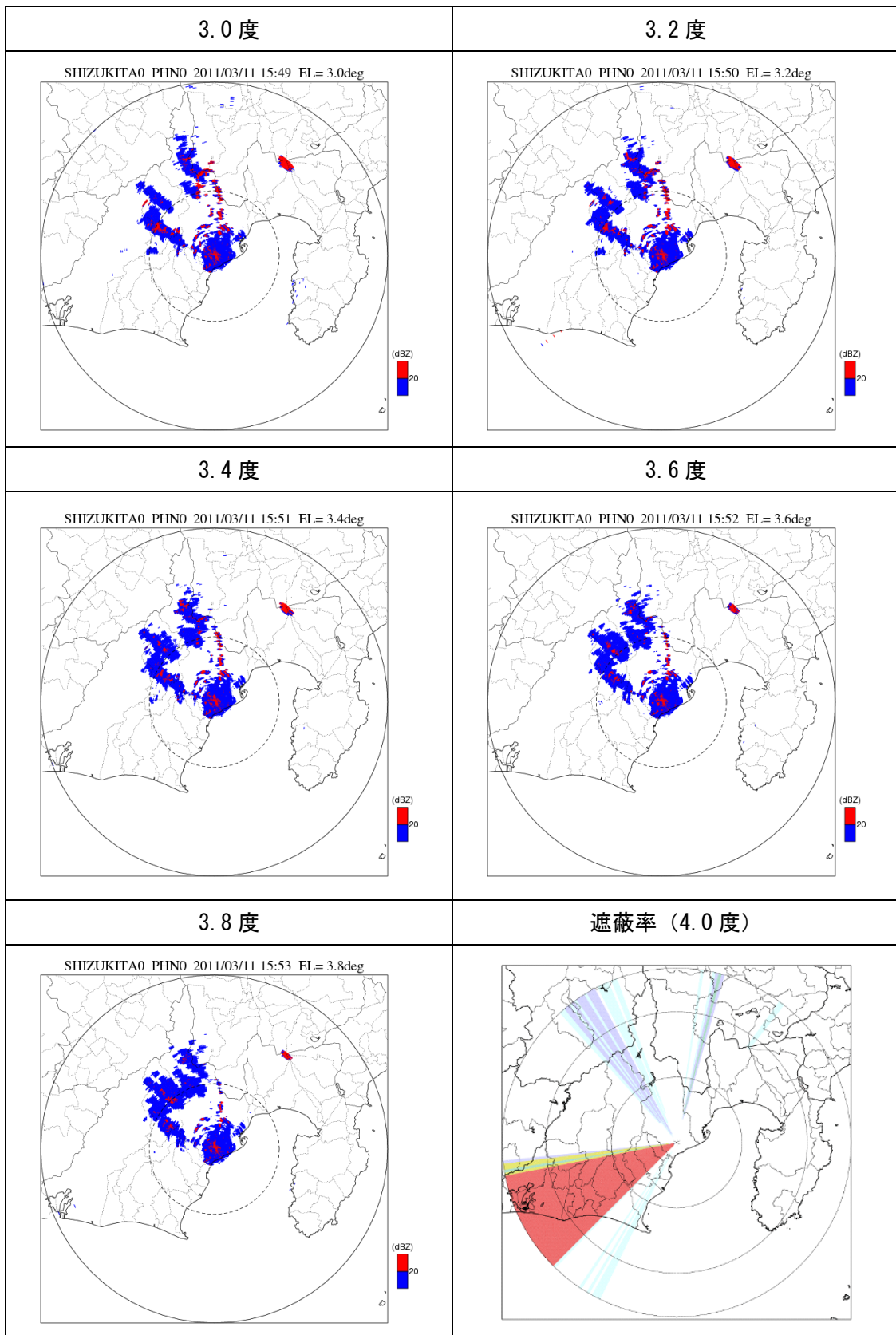


図 3.33 静岡北局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況



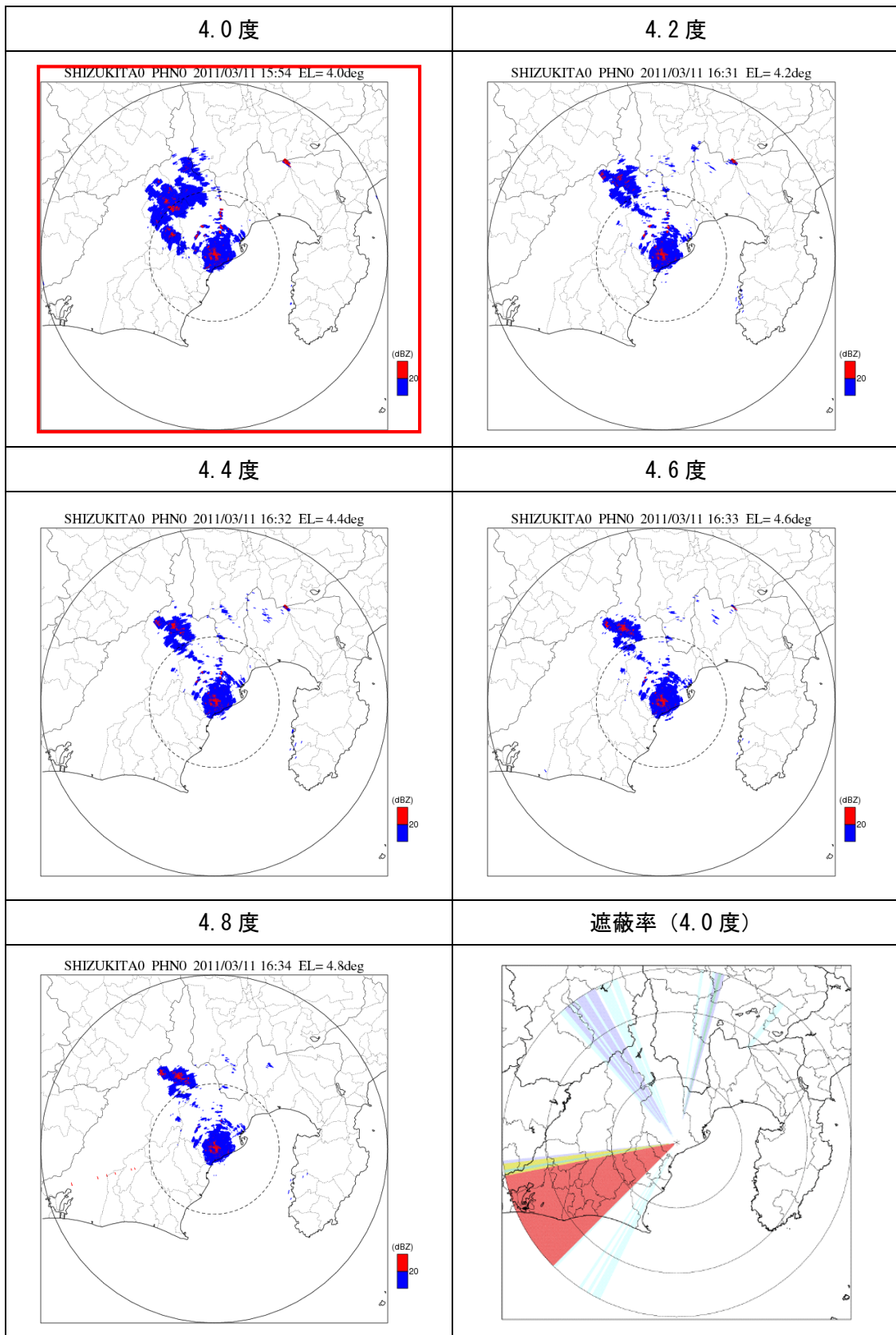


図 3.34 静岡北局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

### 3章2節16項 香貫山局の仰角設定

香貫山局の低仰角の最大仰角は  $1.4^{\circ}$ 、高仰角の最大仰角は  $2.3^{\circ}$  である。図 3.35 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。低仰角、高仰角の最大仰角に加え、北北西方向以外の遮蔽が解消される仰角  $3.3$  度と  $4.0$  度の遮蔽状況を併せて示している。

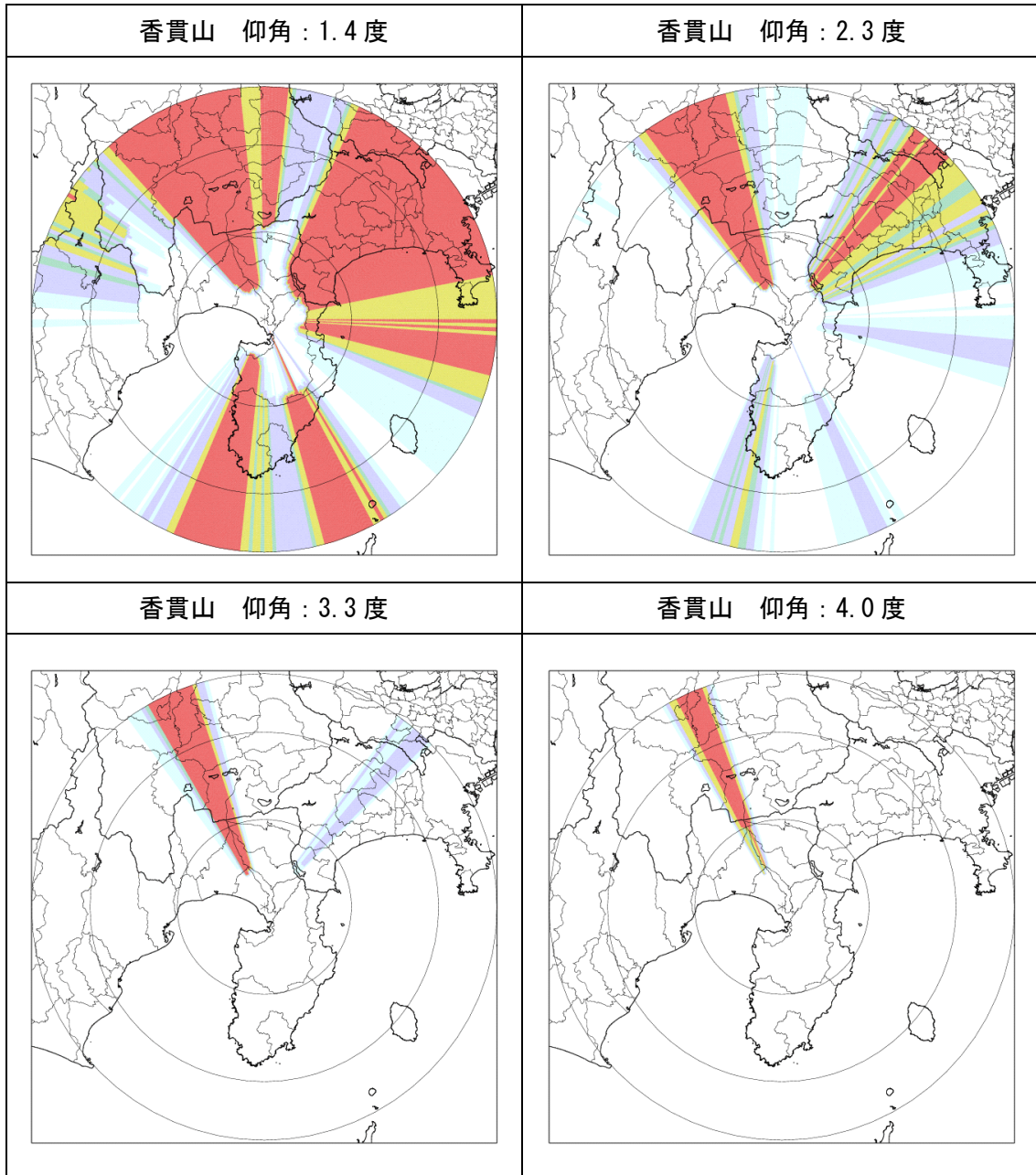


図 3.35 香貫山局の遮蔽状況

香貫山局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角の最大仰角 1.4 度を  $\theta 0$  とし、北北西以外の遮蔽を解消するため、レーダから 30km の地点で観測高度が 2.0km となる仰角 3.3 度を  $\theta 1$  として設定した。図 3.36～図 3.39 は  $\theta 0 \pm 1$  度、 $\theta 1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグラウンドクラッタ領域が確認され、仰角を下げることはできないためグラウンドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

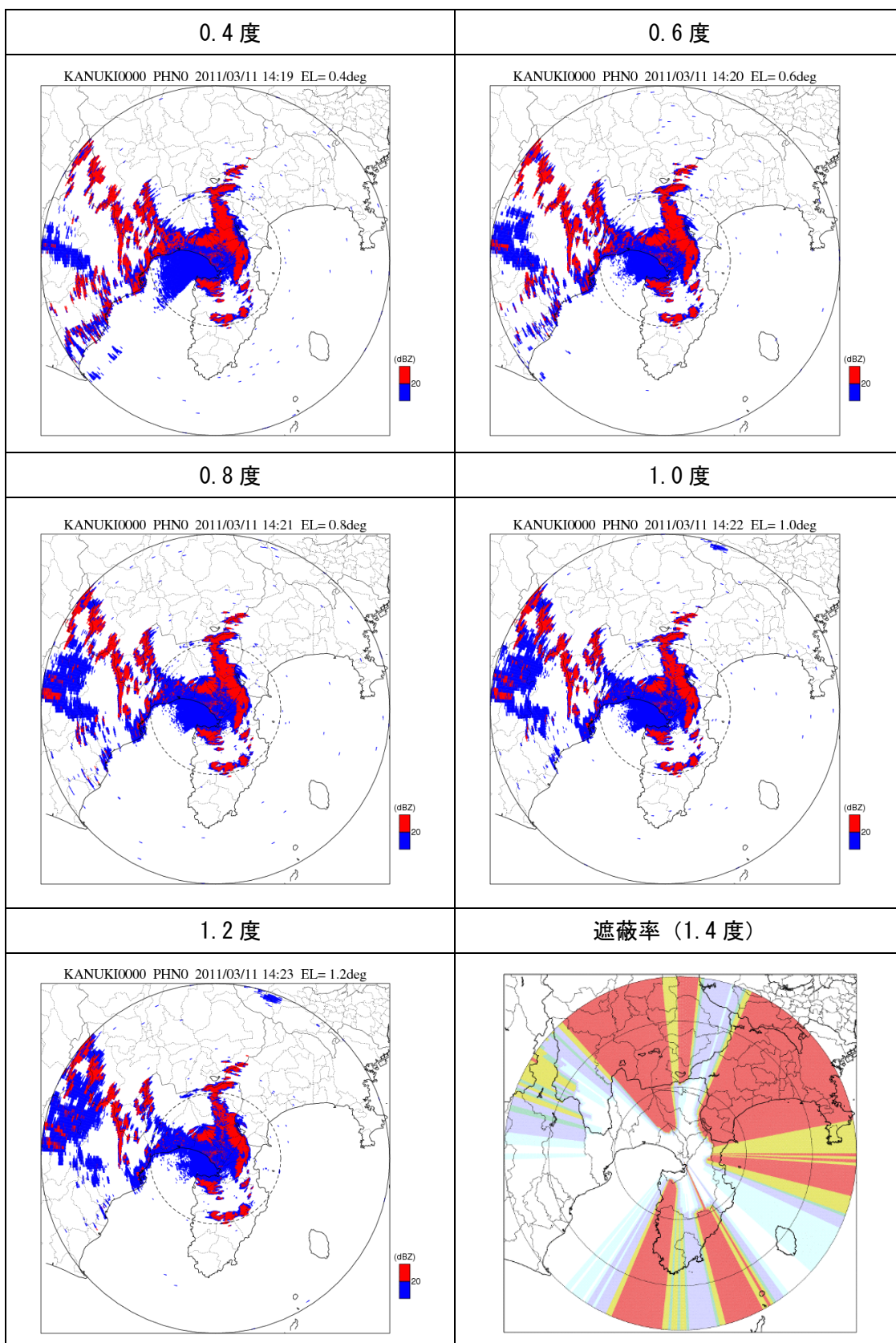


図 3.36 香貫山局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグラウンドクラッタ出現状況

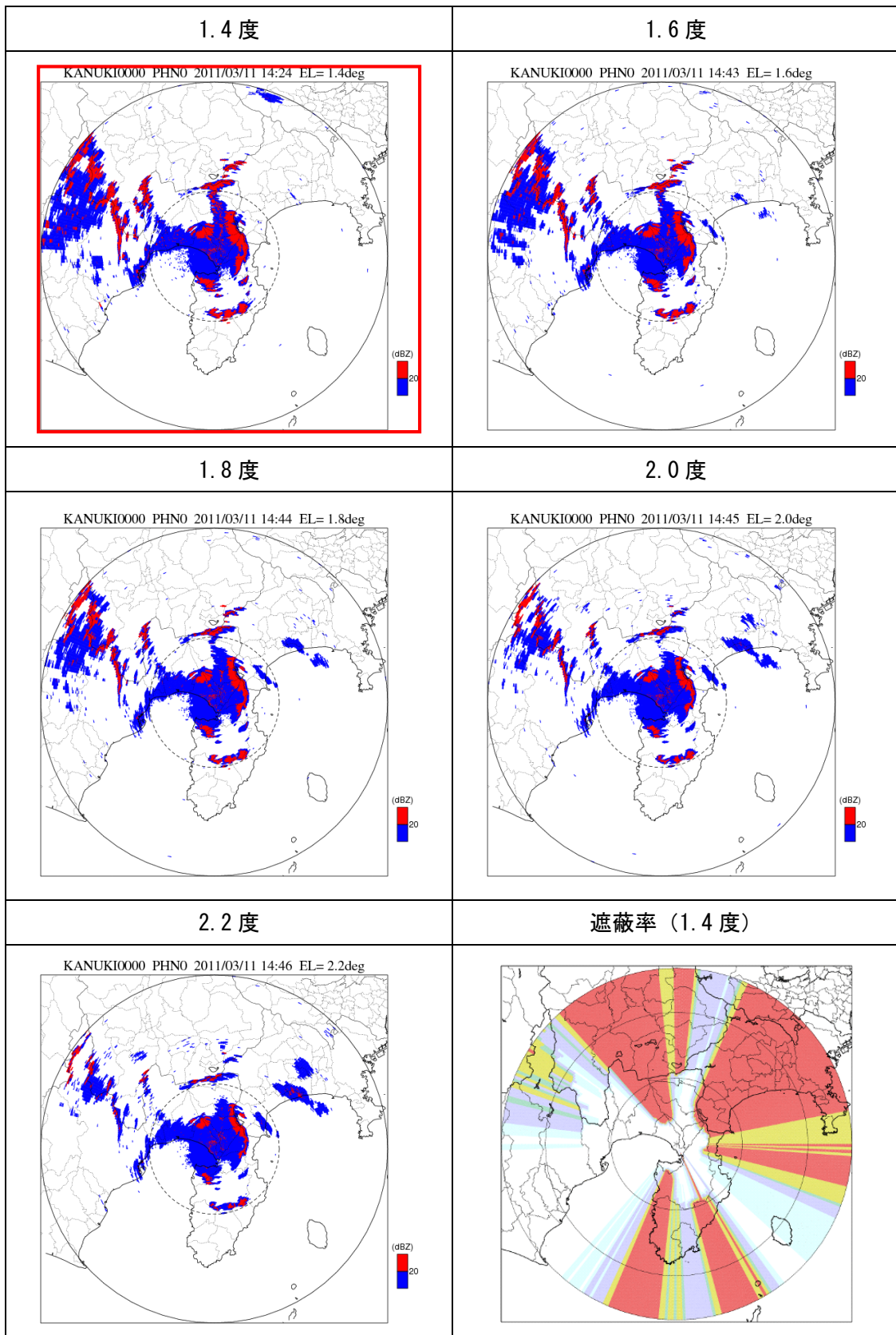


図 3.37 香貫山局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

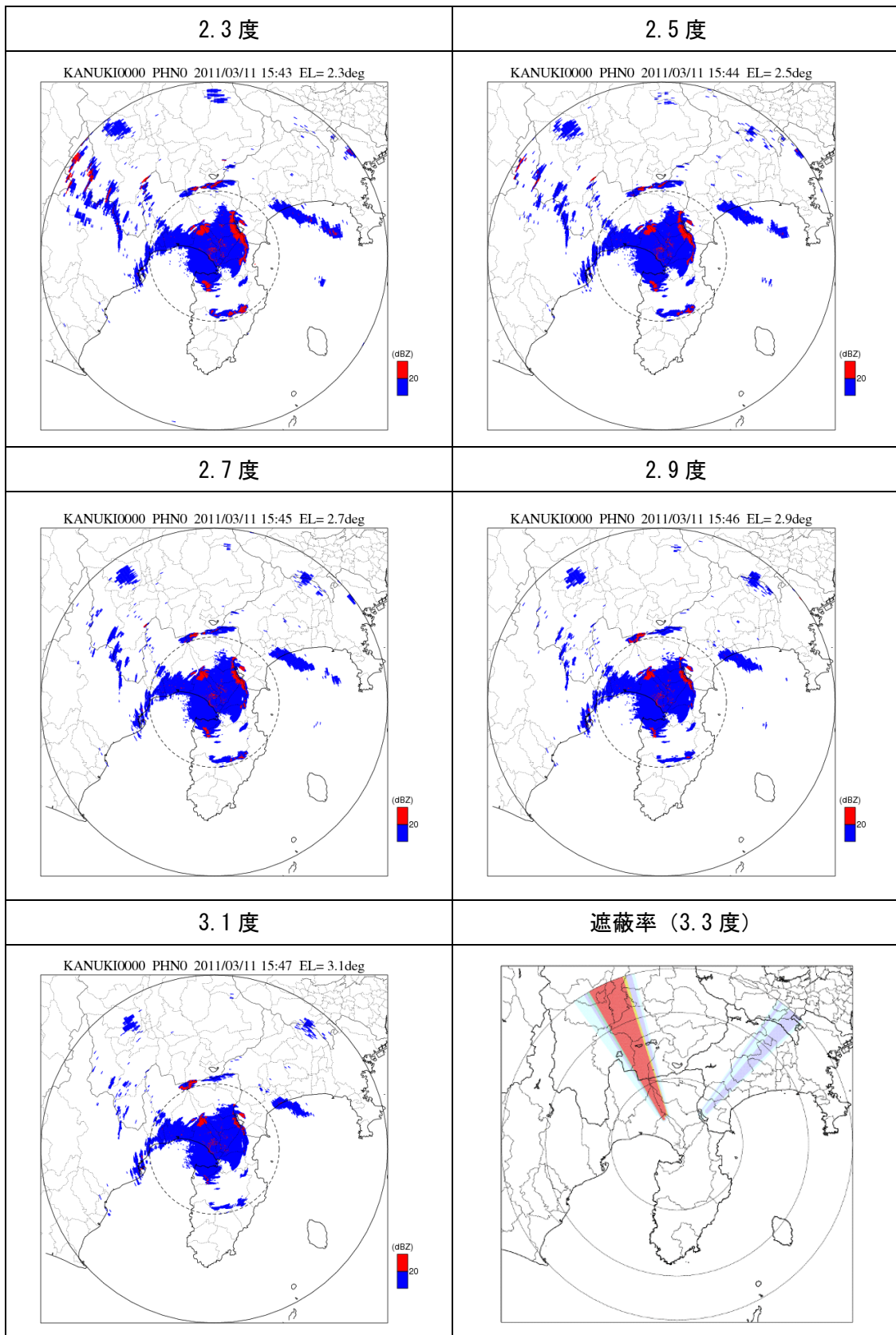


図 3.38 香貫山局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

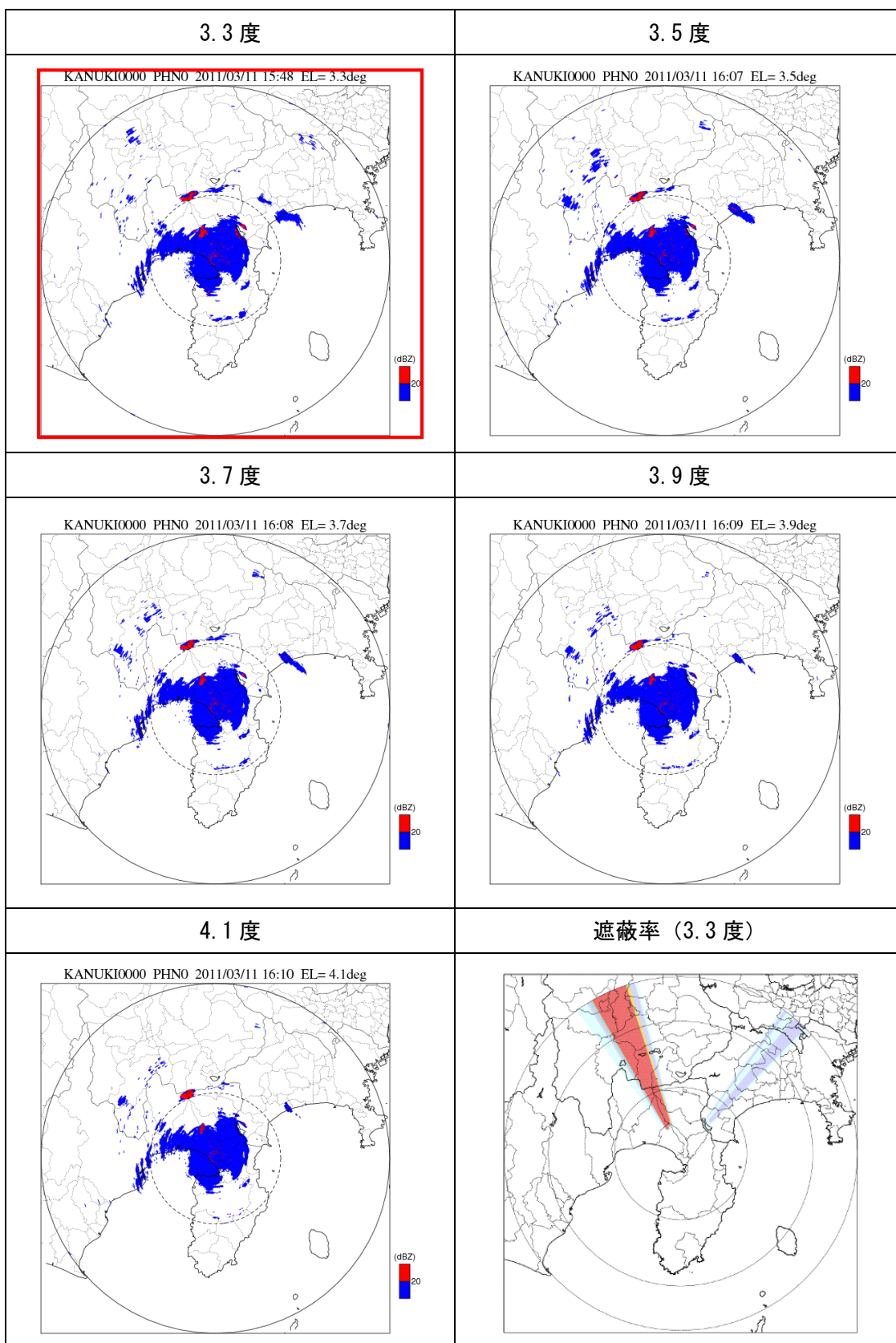


図 3.39 香貫山局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

### 3章2節17項 富士宮局の仰角設定

富士宮局の低仰角の最大仰角は  $1.7^\circ$ 、高仰角の最大仰角は  $2.7^\circ$  である。図 3.40 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。低仰角、高仰角の最大仰角に加え、北西、北東方向（富士山方向）以外の遮蔽が解消される仰角 3.3 と 4.0 度の遮蔽状況を併せて示している。

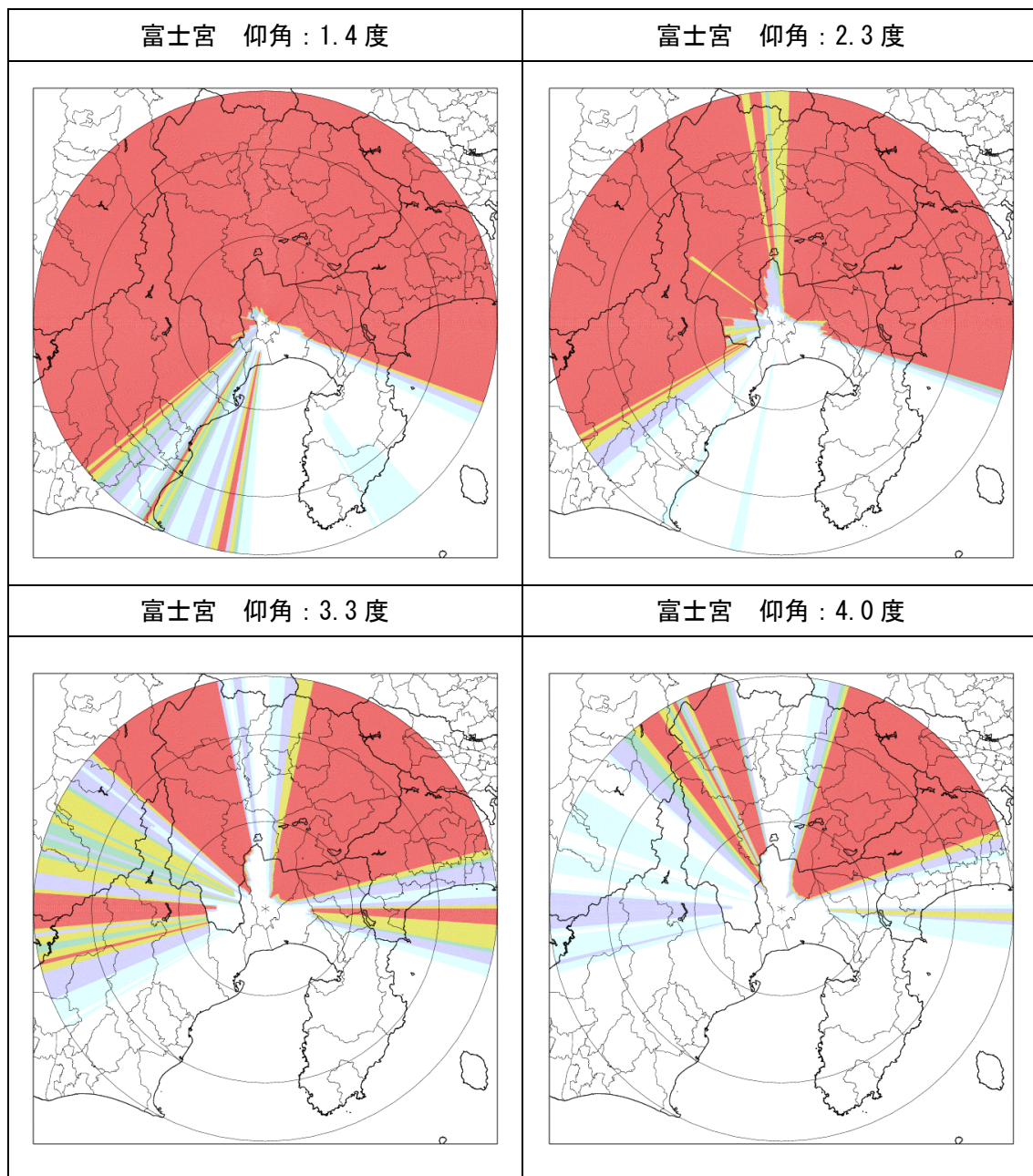


図 3.40 富士宮局の遮蔽状況



富士宮局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角の最大仰角 1.4度を $\theta 0$ とし、北西、北東方向（富士山方向）以外の遮蔽を解消するため、レーダから 30km の地点で観測高度が 2km となる仰角 3.3度を $\theta 1$ として設定した。図 3.41～図 3.42 は $\theta 0$ 、 $\theta 1$ の仰角で観測したレーダ反射因子（Zh-NOR）である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグランドクラッタ領域が確認され、仰角を下げる事ができないためグランドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

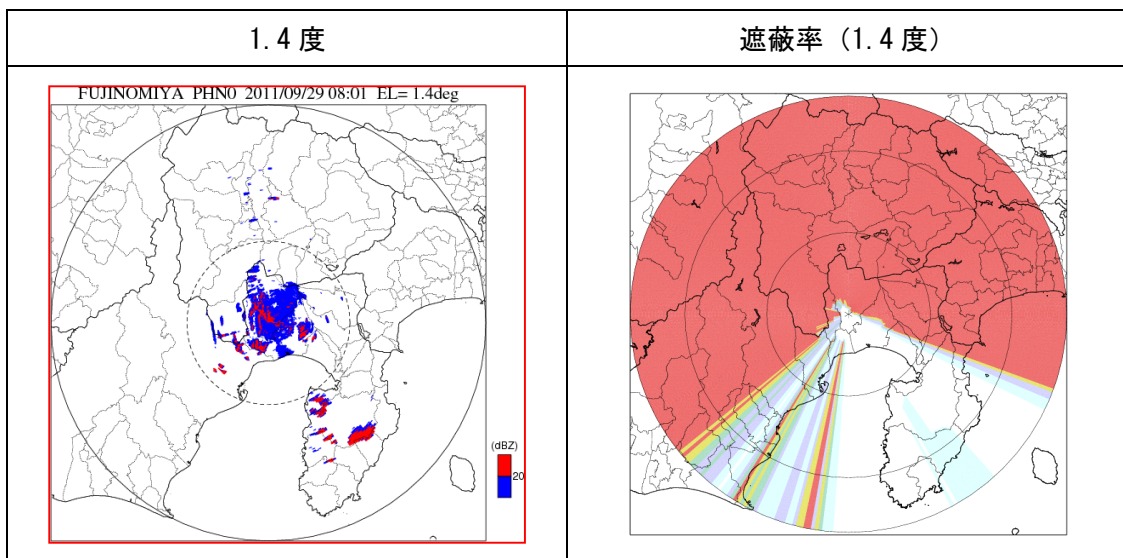


図 3.41 富士宮局 ( $\theta 0$ ) のグランドクラッタ出現状況

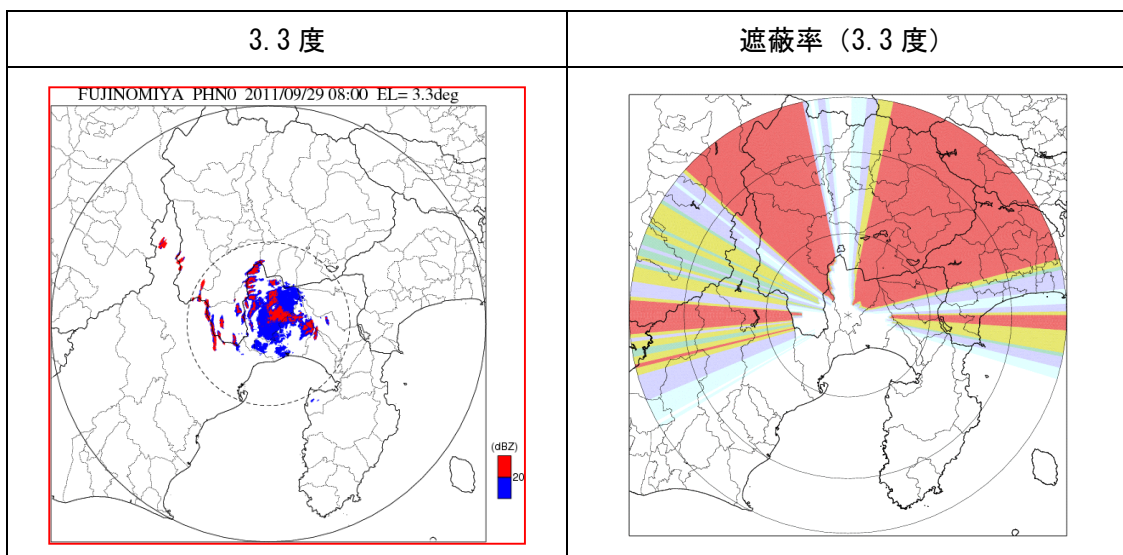


図 3.42 富士宮局 ( $\theta 1$ ) のグランドクラッタ出現状況

### 3章2節18項 熊山局の仰角設定

熊山局の低仰角の最大仰角は0.8度、高仰角の最大仰角は1.7度である。図 3.43 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。

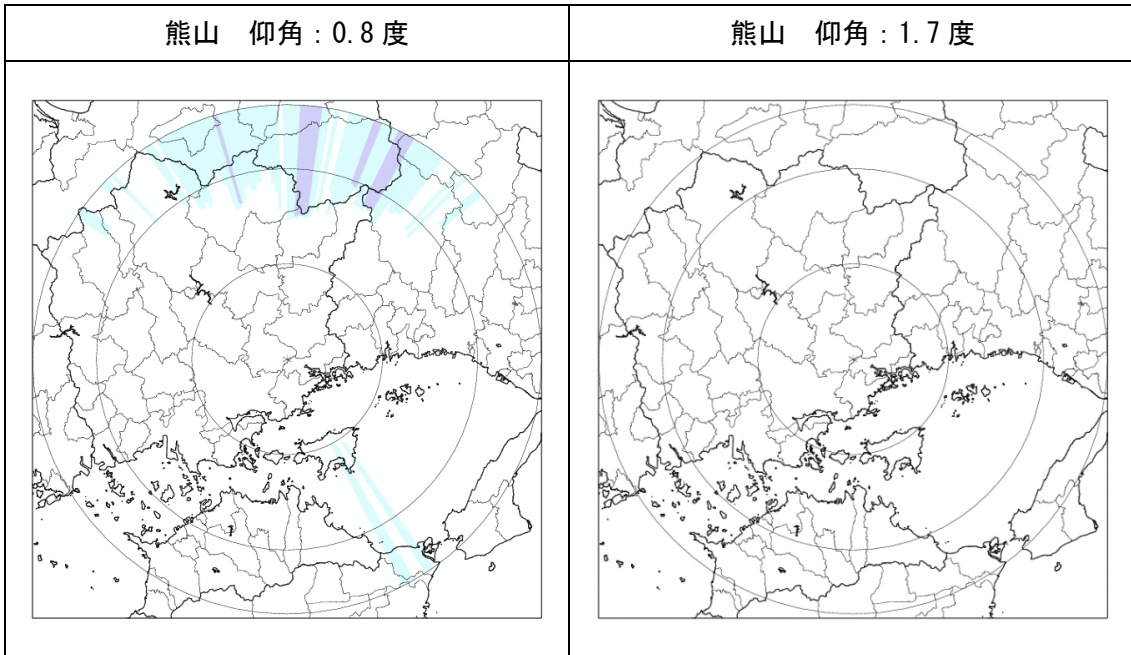


図 3.43 熊山局の遮蔽状況

熊山局は、遮蔽状況のシミュレーションより50%以上の遮蔽域が観測範囲に存在しないことから低仰角、高仰角の最大仰角0.8度、1.7度を $\theta_0$ 、 $\theta_1$ として設定した。図 3.44～図 3.47 は $\theta_0 \pm 1$ 度、 $\theta_1 \pm 1$ 度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径30km以内に20dBZ以上のグランドクラッタ領域が確認され、仰角を下げるできないためグランドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

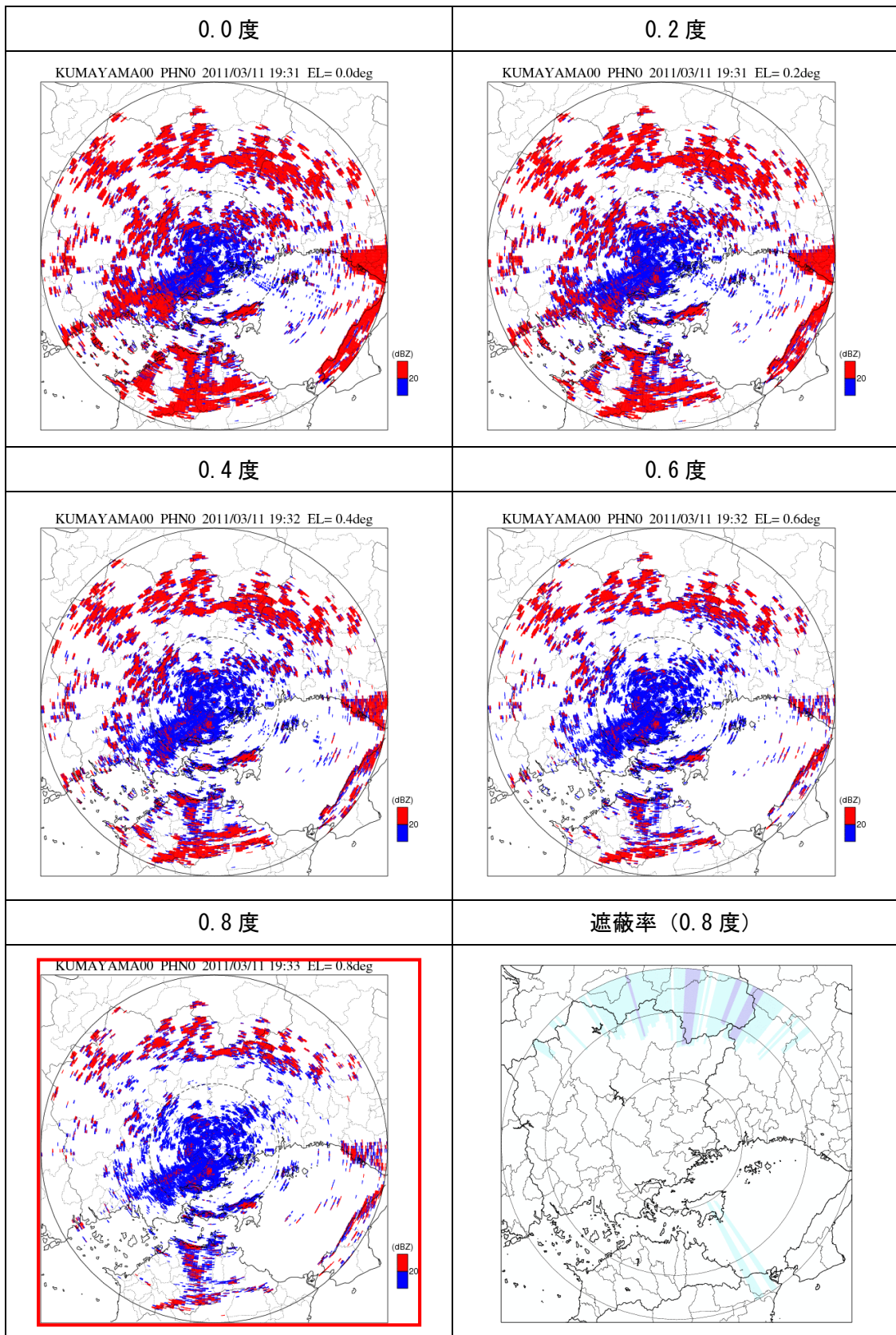


図 3.44 熊山局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

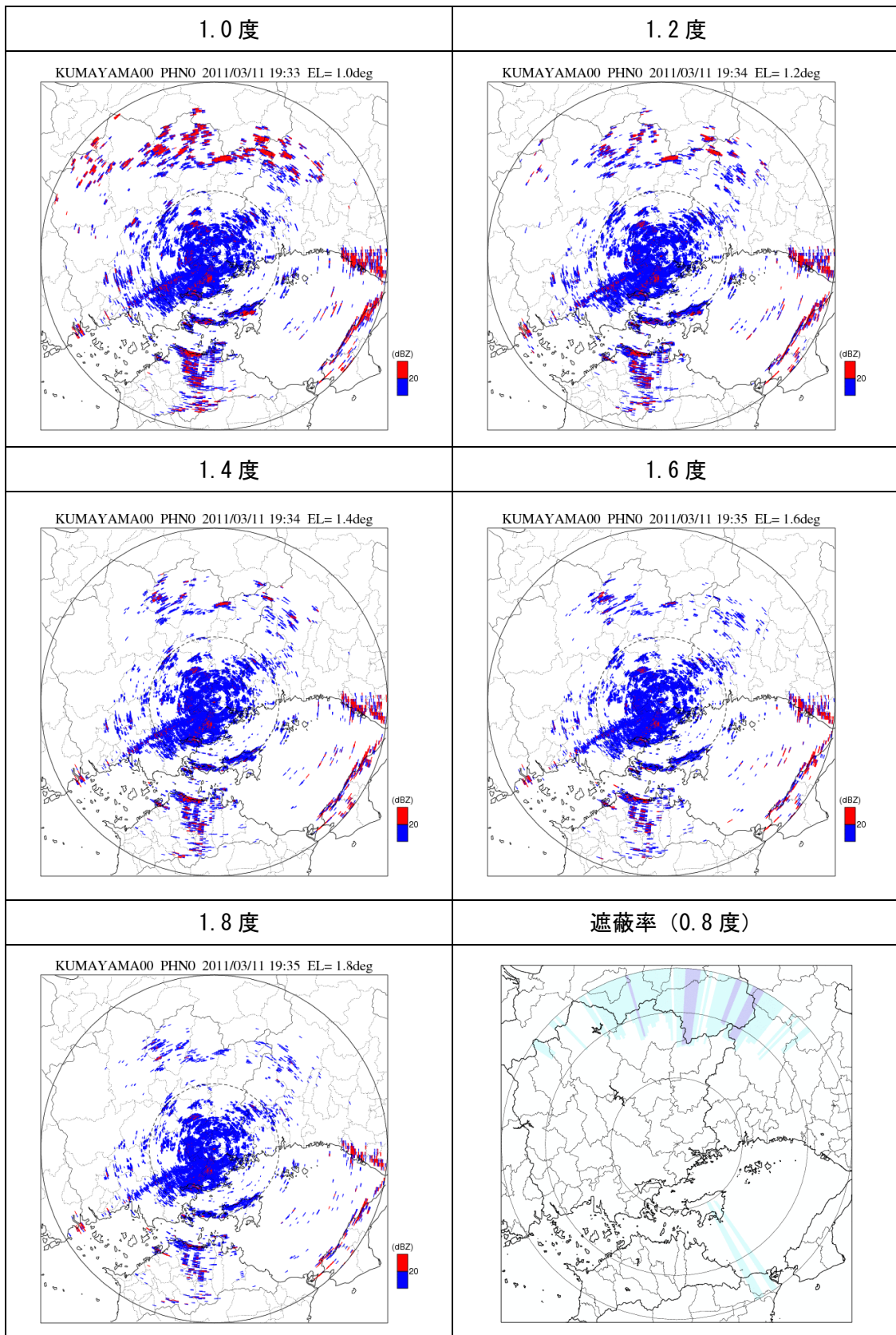


図 3.45 熊山局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

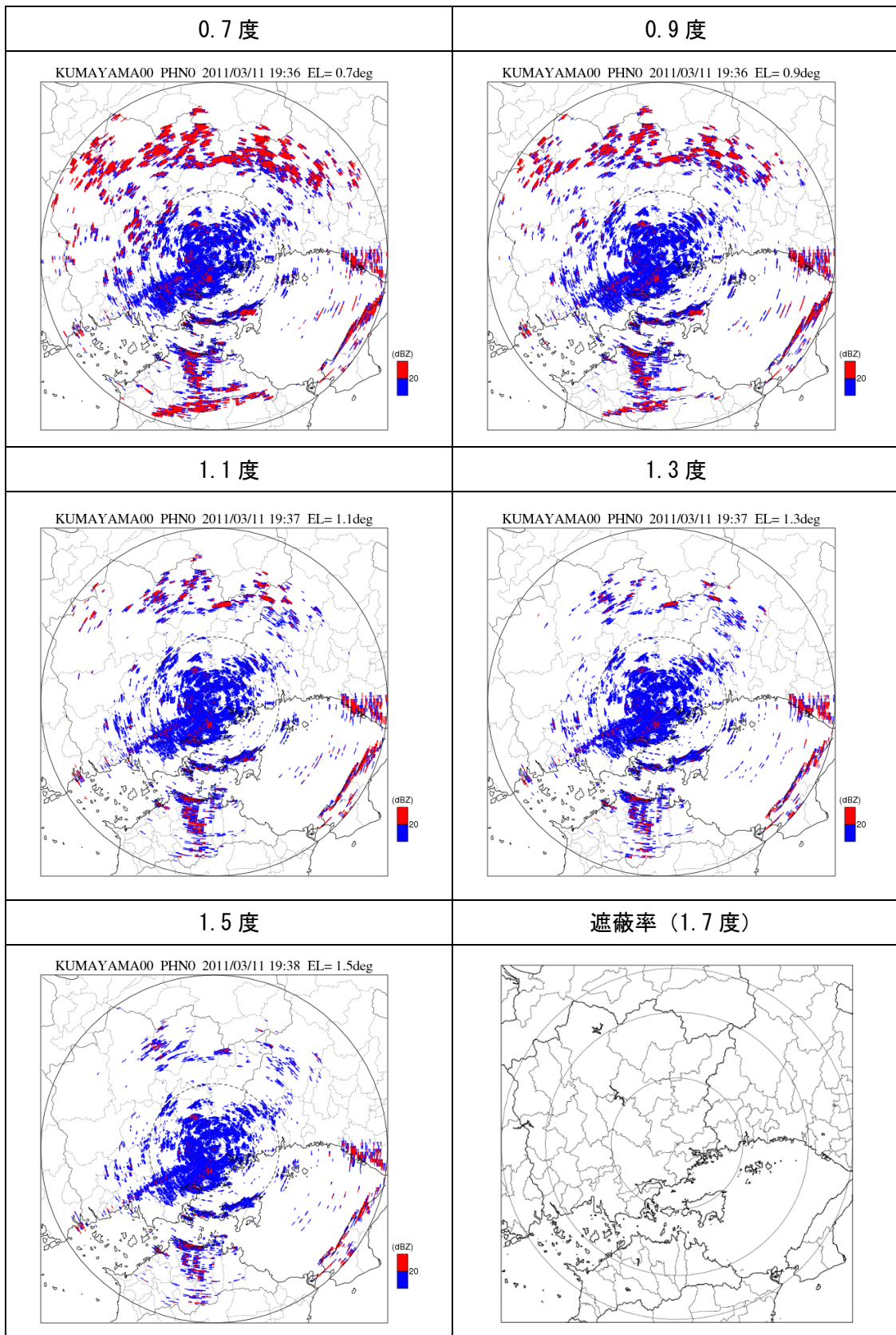


図 3.46 熊山局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

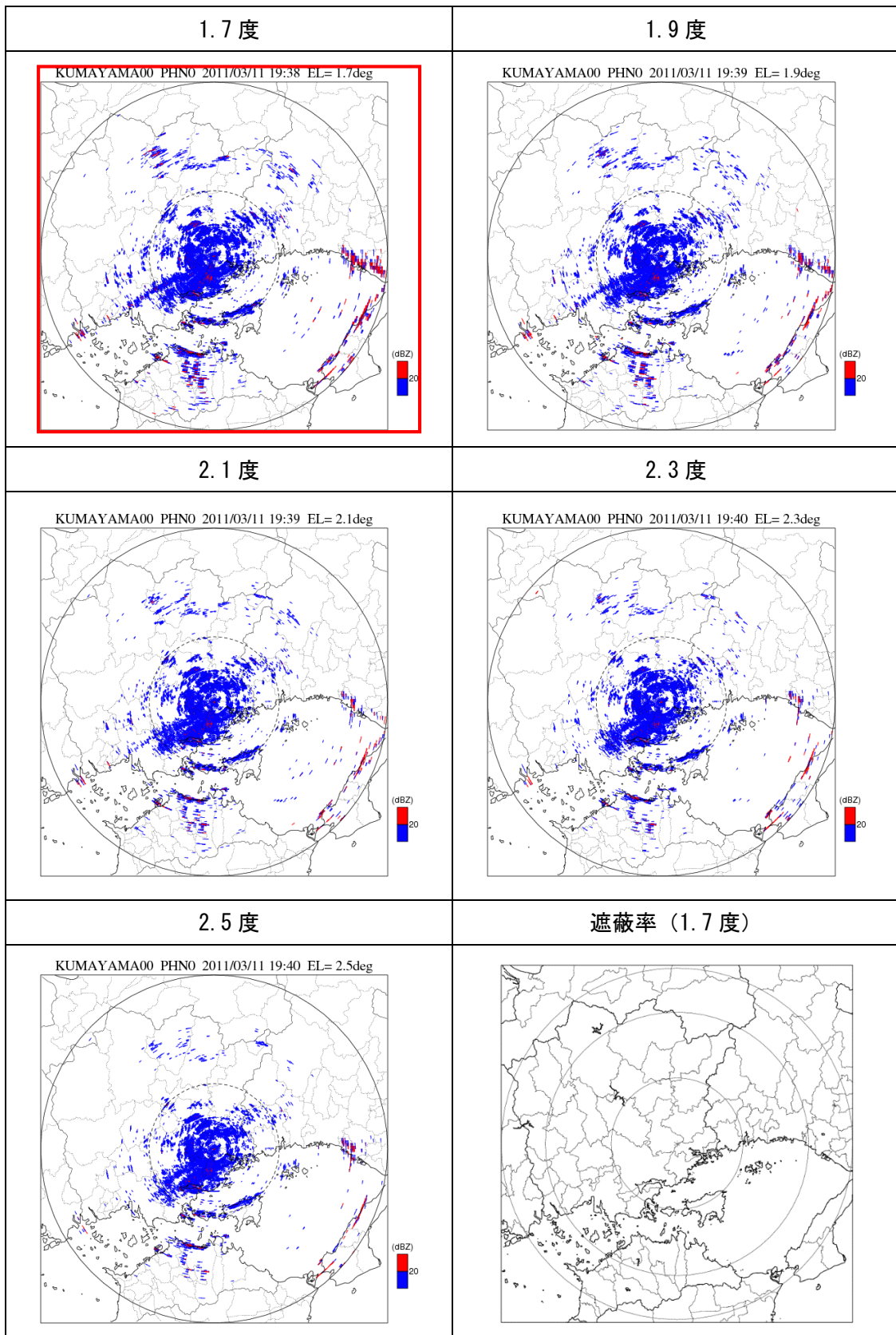


図 3.47 熊山局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

### 3章2節19項 常山局の仰角設定

常山局の低仰角の最大仰角は 1.1 度、高仰角の最大仰角は 2.1 度である。図 3.48 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。

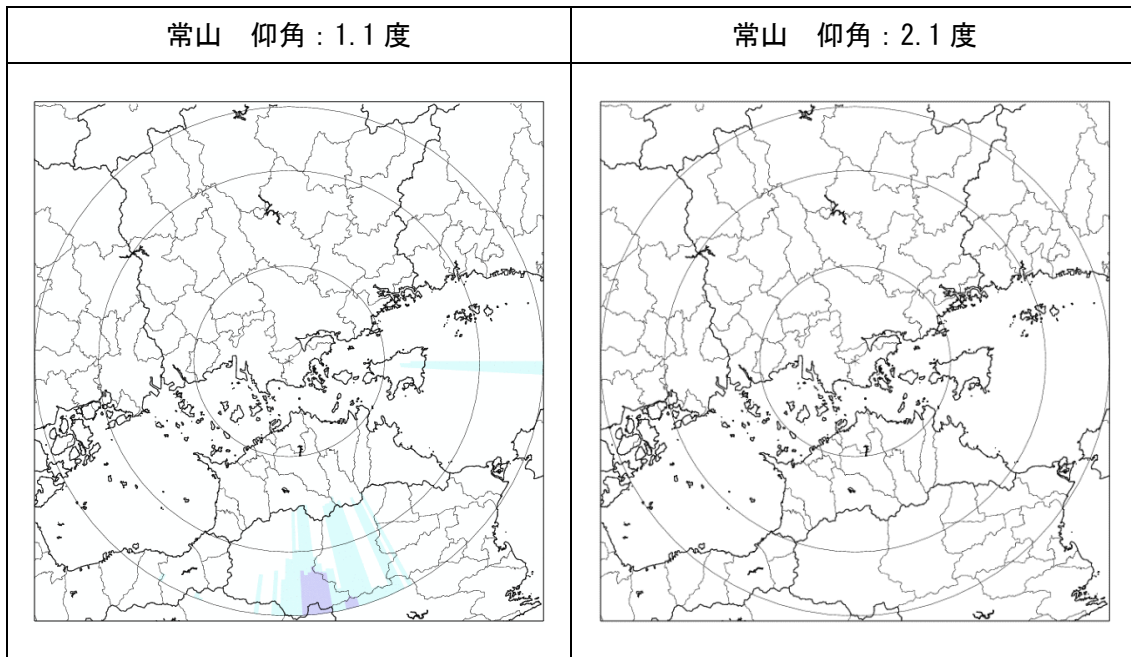


図 3.48 常山局の遮蔽状況

常山局は遮蔽状況のシミュレーションより 50%以上の遮蔽域が観測範囲に存在しないことから低仰角、高仰角の最大仰角 1.1 度、2.1 度を  $\theta_0$ 、 $\theta_1$  として設定した。図 3.49～図 3.52 は  $\theta_0 \pm 1$  度、 $\theta_1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグランドクラッタ領域が確認され、仰角を下げる事ができないためグランドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

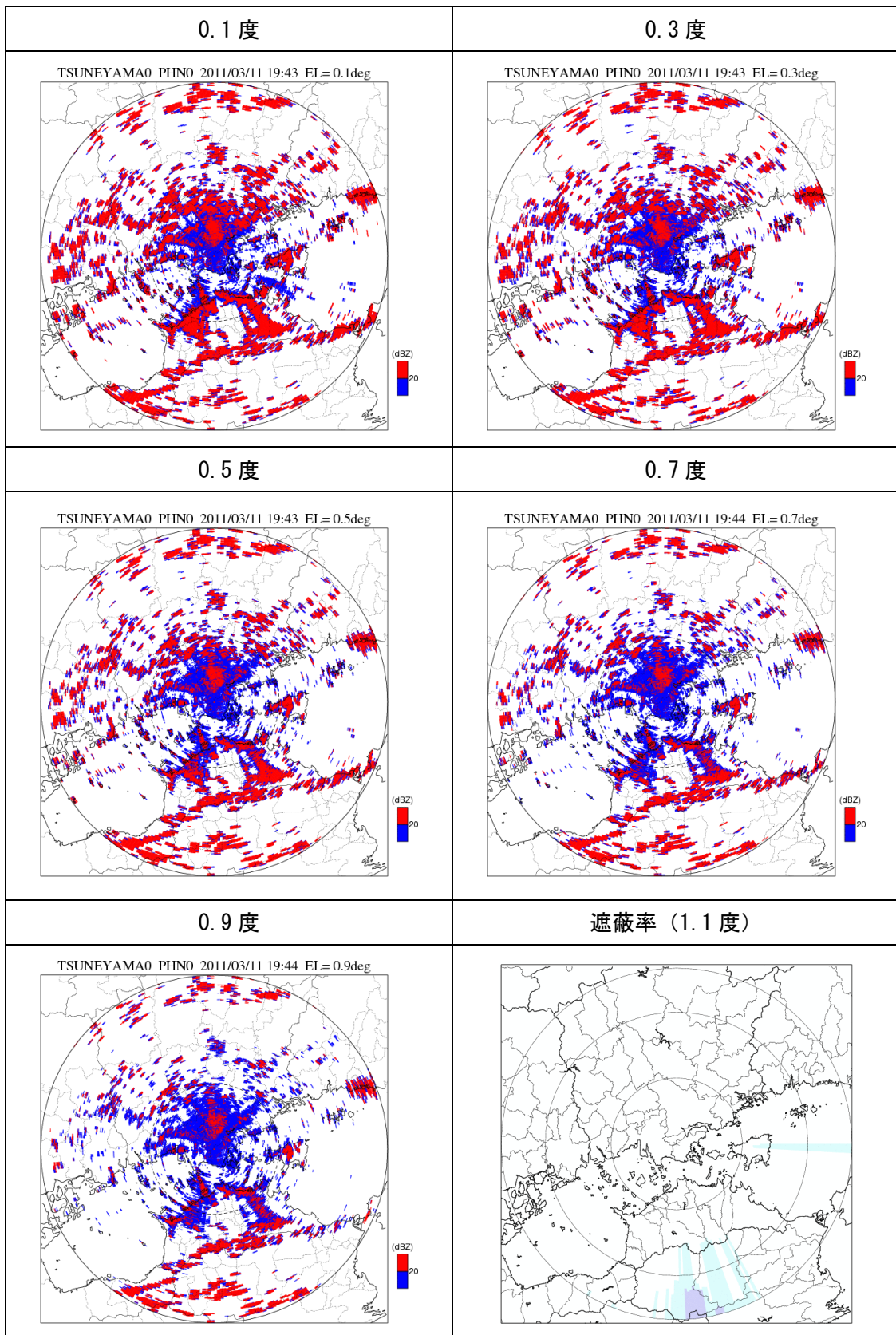


図 3.49 常山局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況



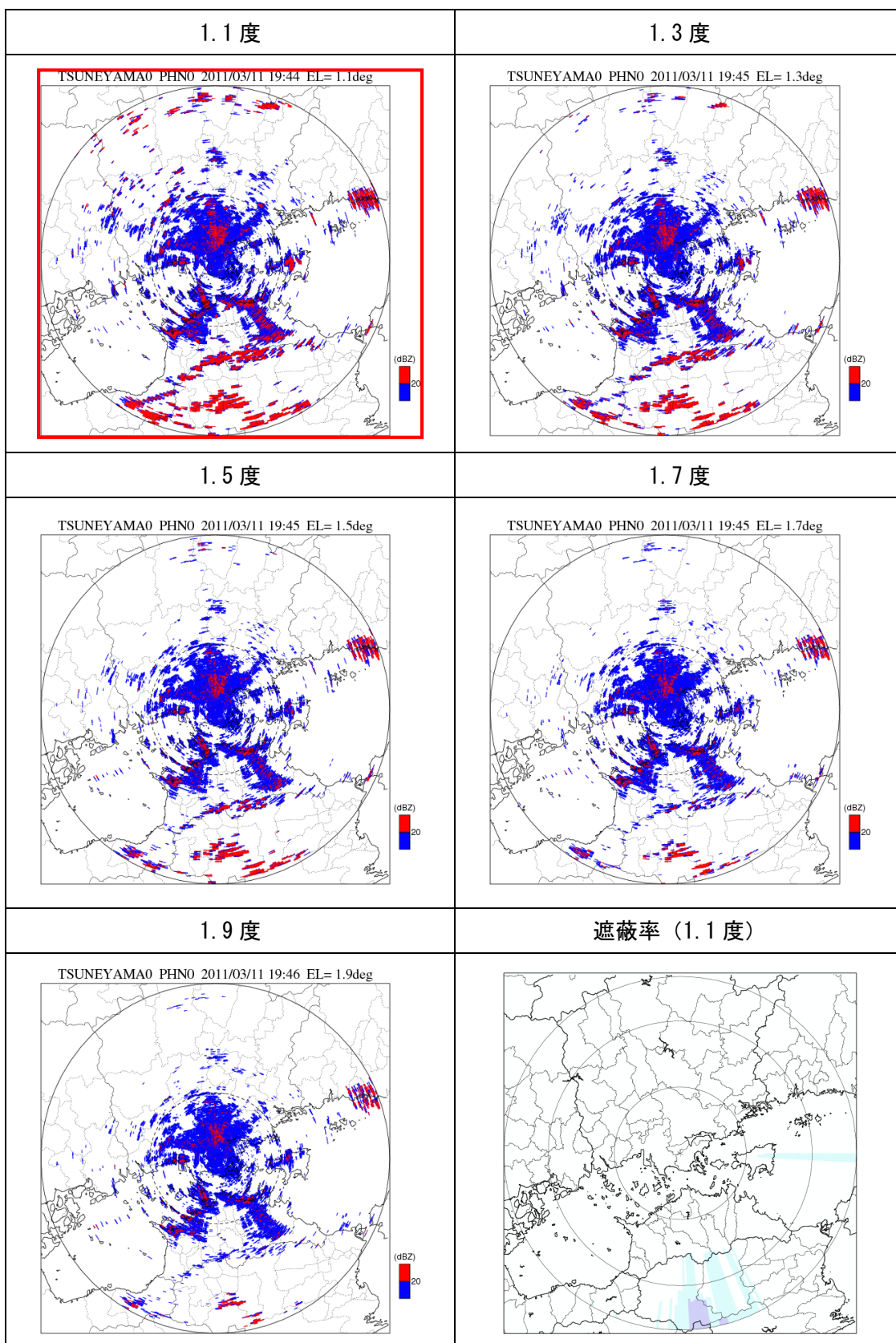


図 3.50 常山局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

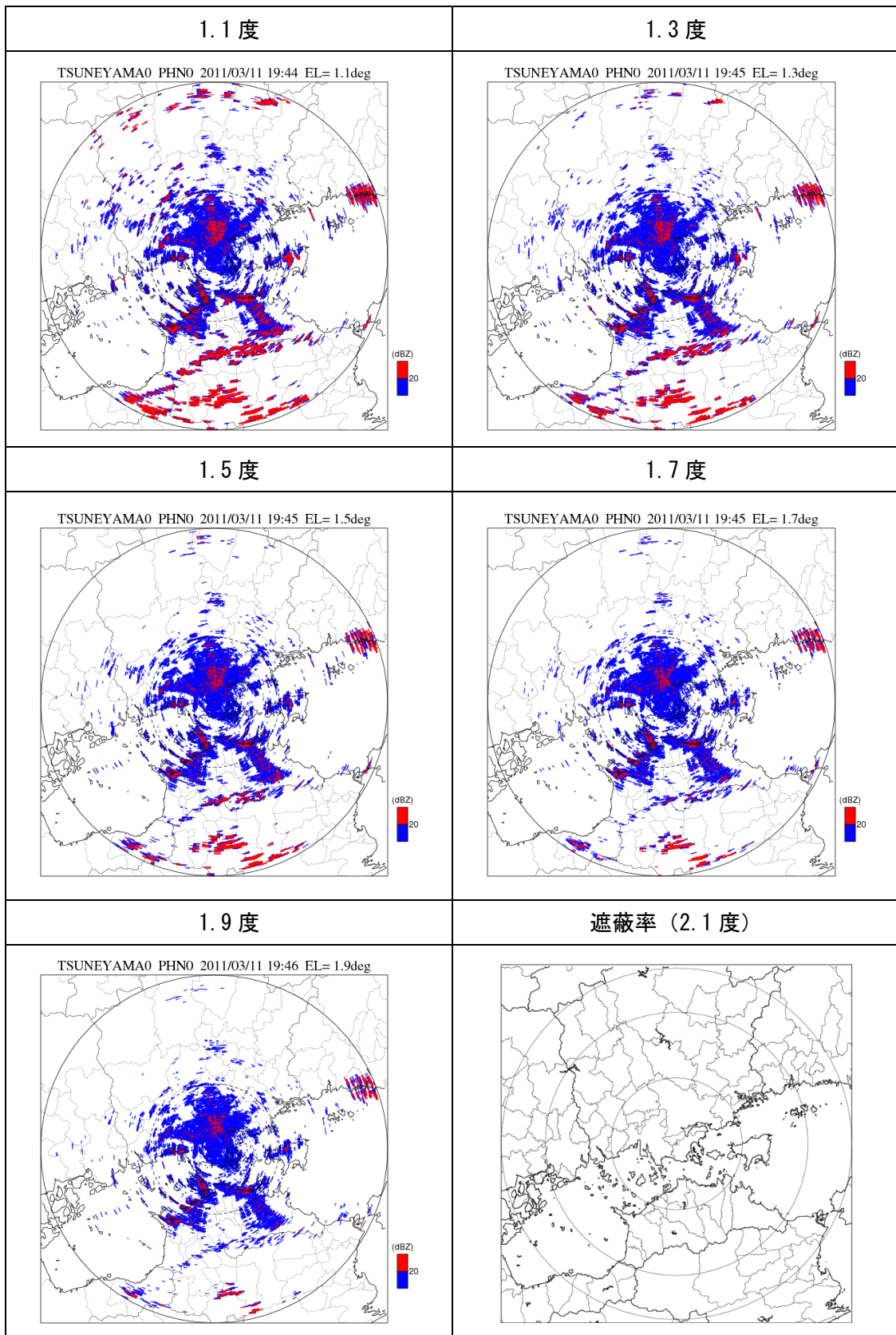


図 3.51 常山局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

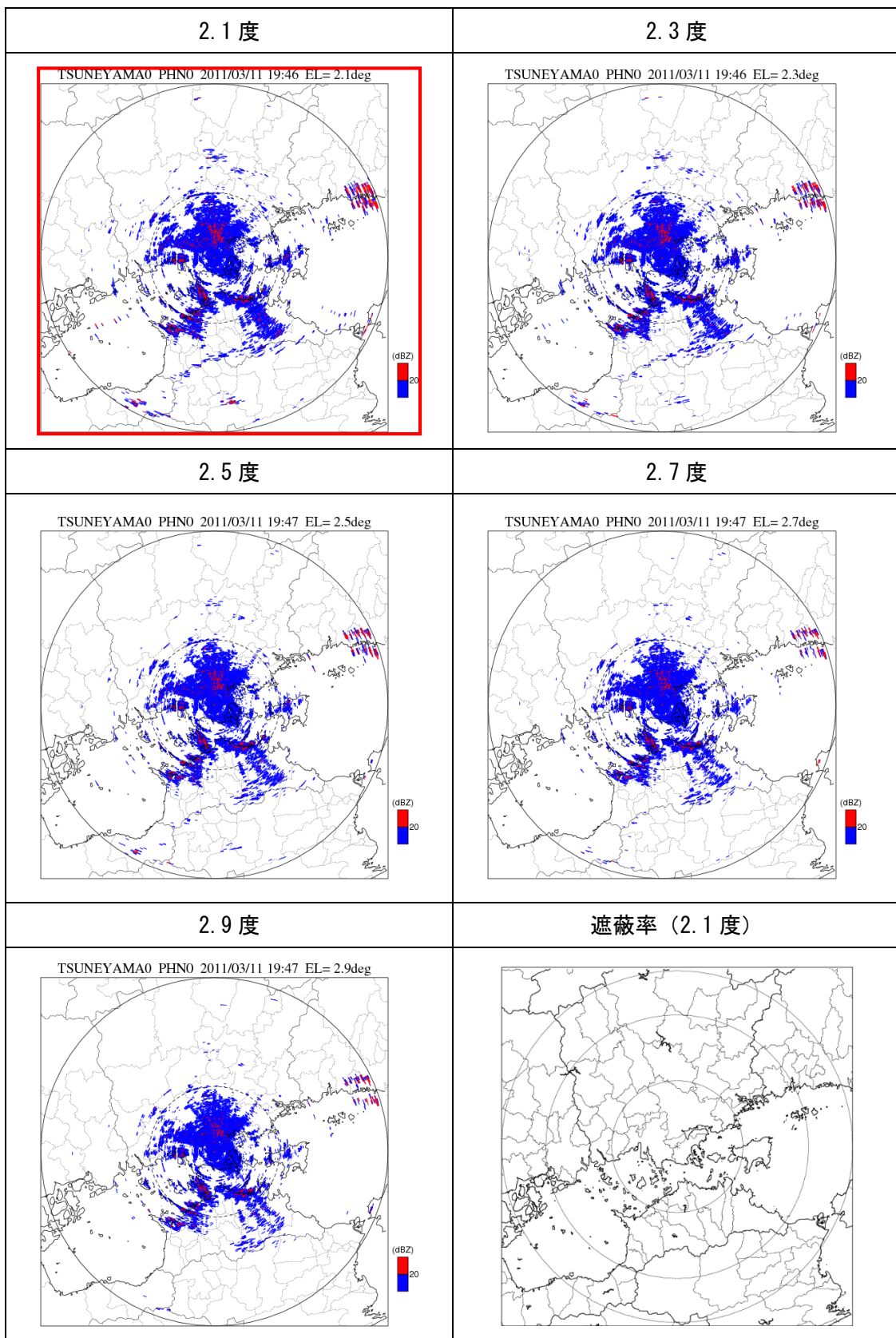


図 3.52 常山局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

### 3章2節20項 野貝原局の仰角設定

野貝原局の低仰角の最大仰角は 0.3 度、高仰角の最大仰角は 1.3 度である。図 3.53 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。

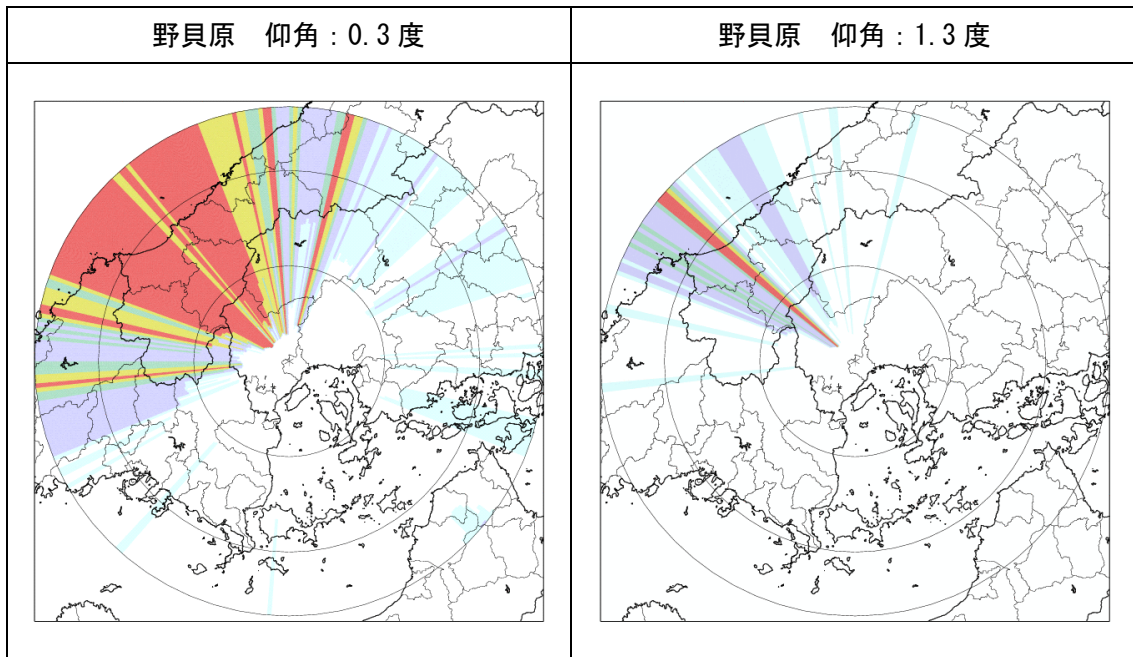


図 3.53 野貝原局の遮蔽状況

野貝原局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角、高仰角の最大仰角 0.3 度、1.3 度を概ね妥当として  $\theta_0$ 、 $\theta_1$  として設定した。図 3.54～図 3.57 は  $\theta_0 \pm 1$  度、 $\theta_1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグラウンドクラッタ領域が確認され、仰角を下げるできないためグラウンドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

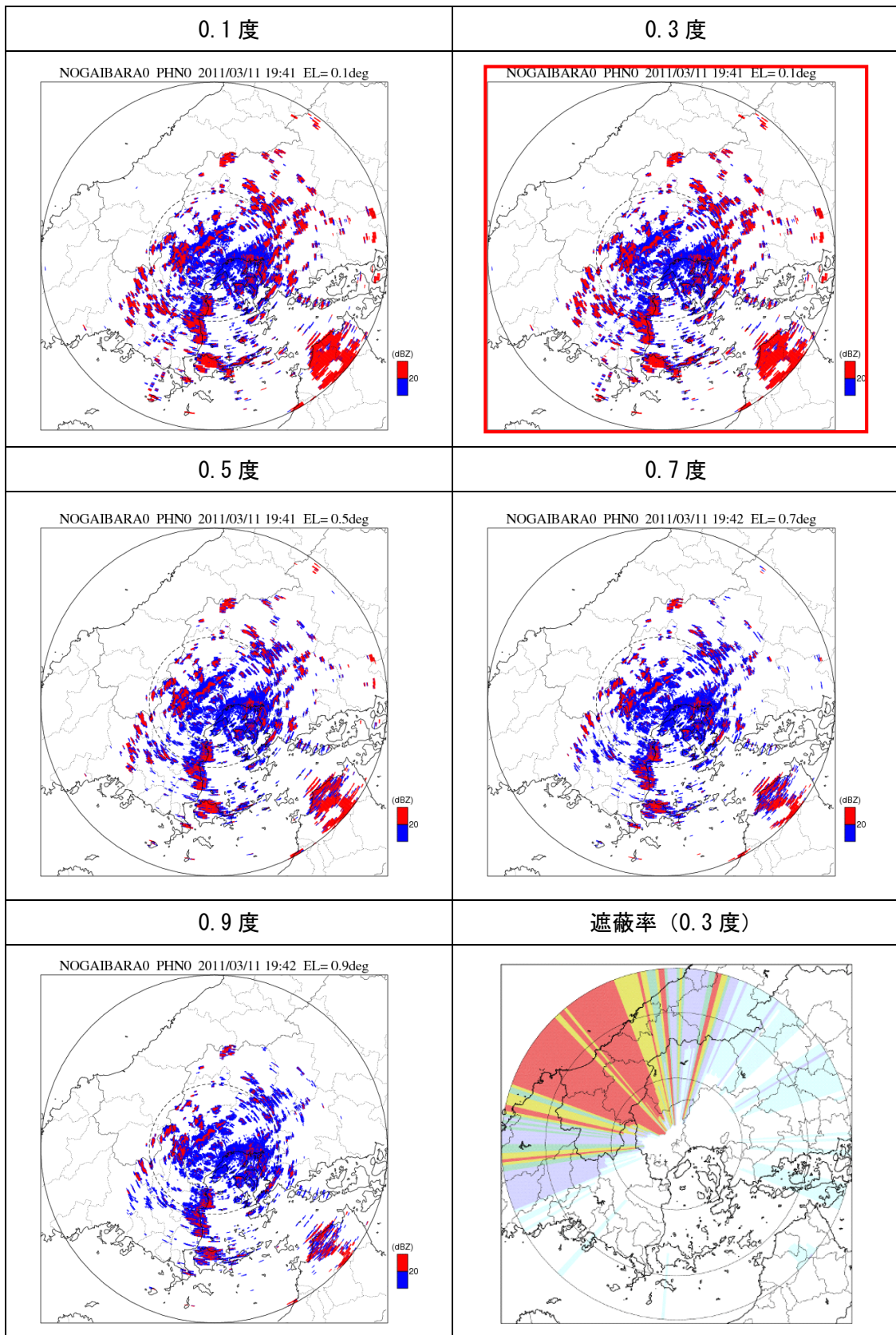


図 3.54 野貝原局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

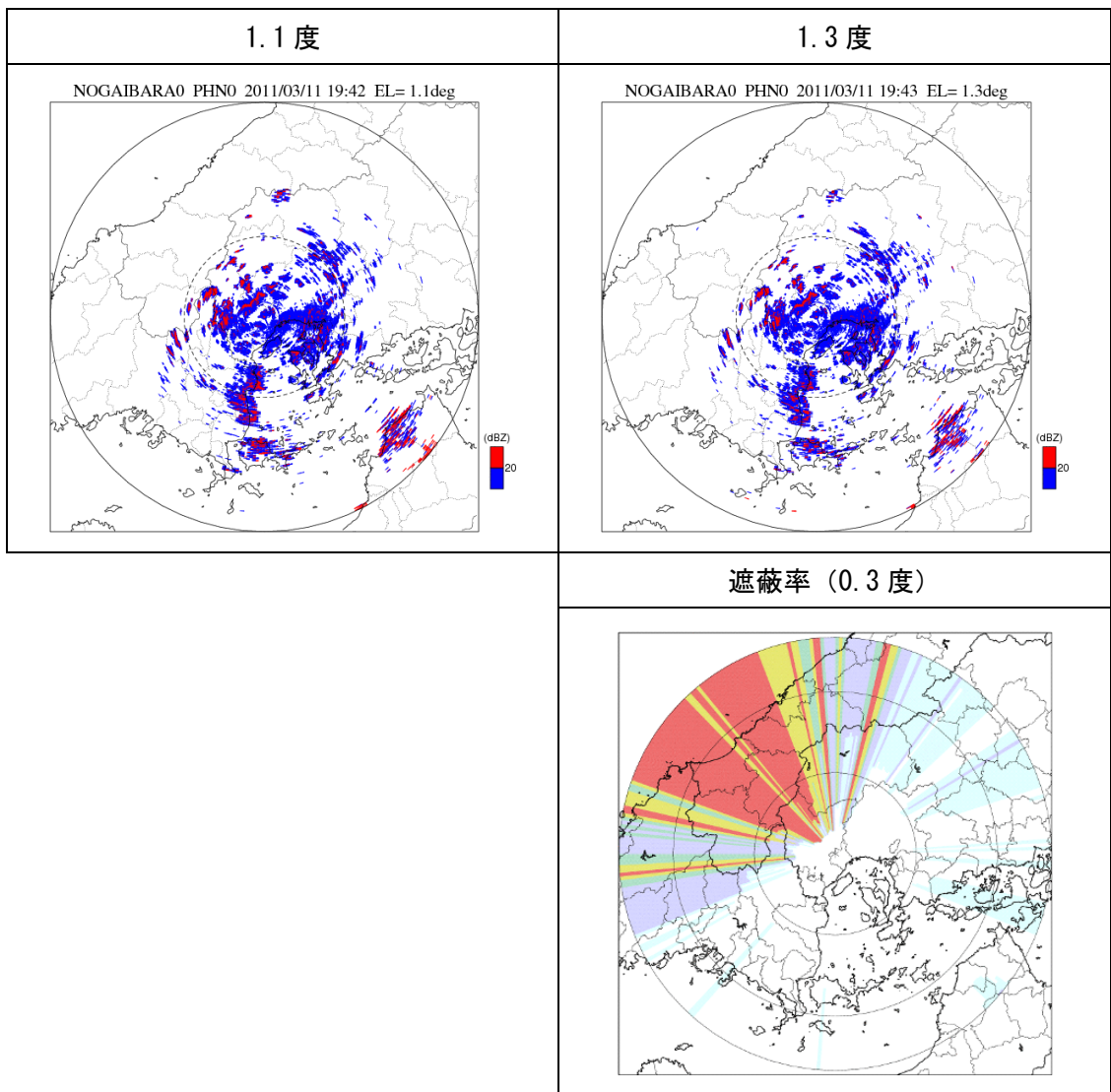


図 3.55 野貝原局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグラウンドクラッタ出現状況

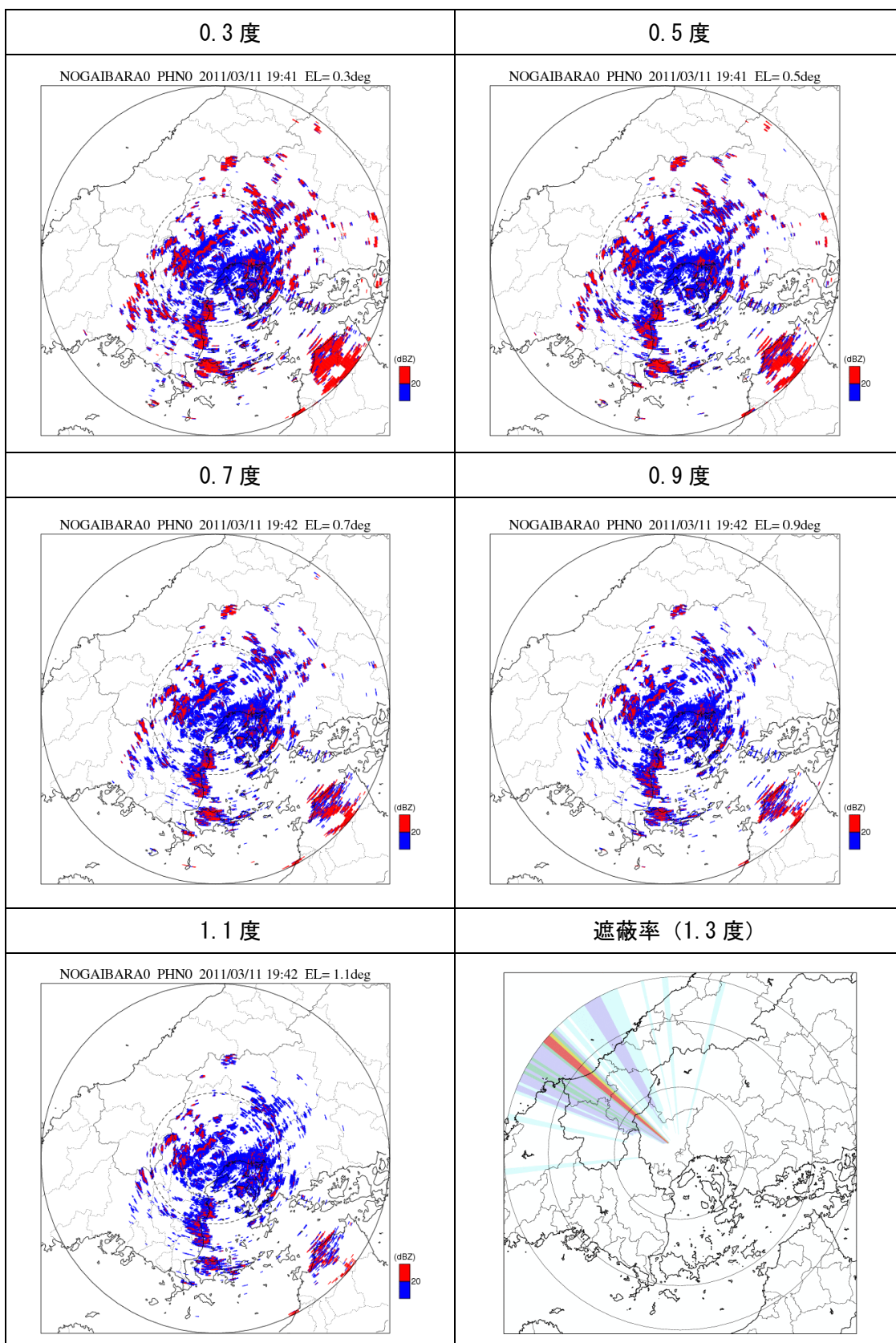


図 3.56 野貝原局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

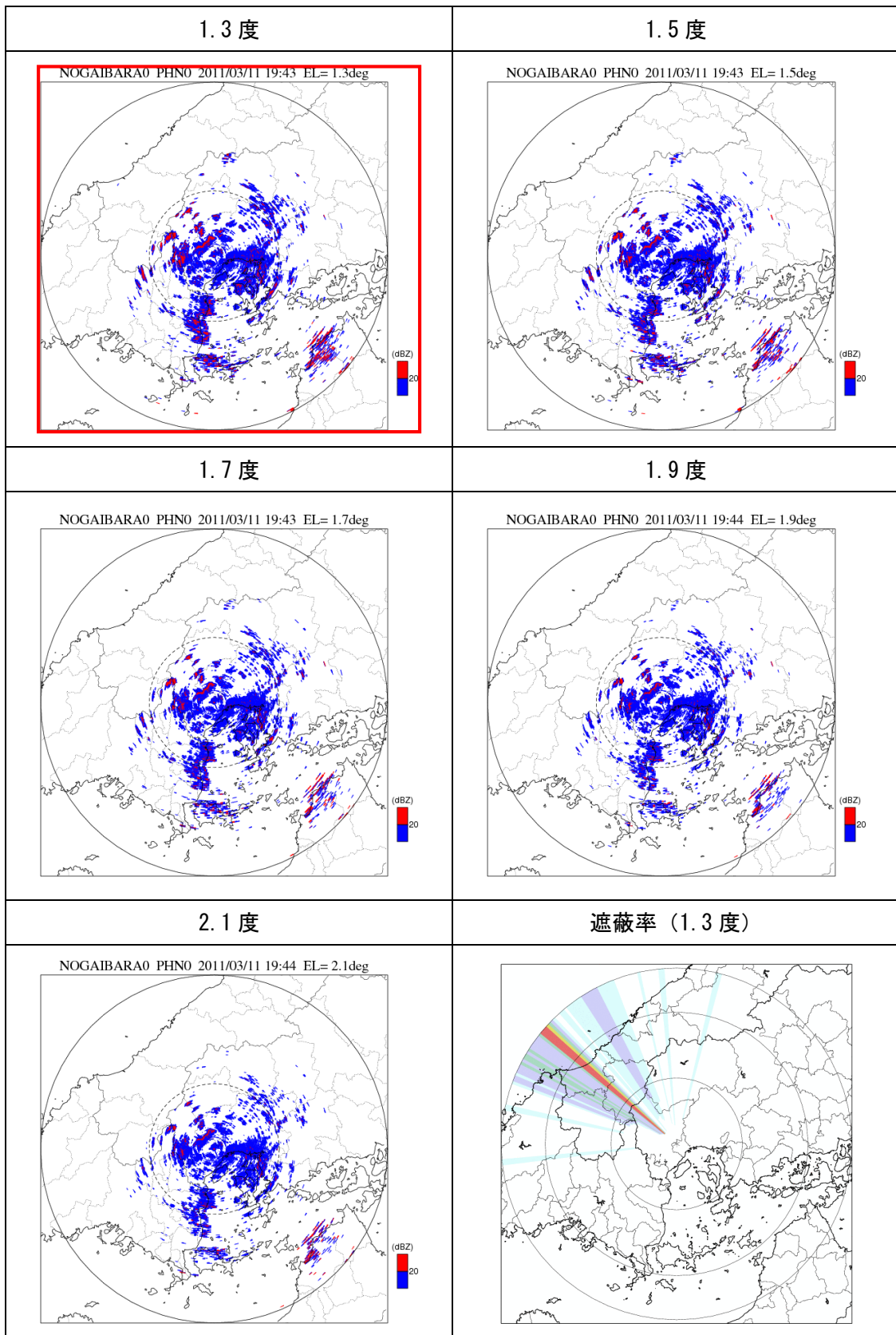


図 3.57 野貝原局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況



■ 遮蔽の判定閾値の変更及び仰角調整による遮蔽域の解消

図 3.58 は、広島地域において確認された遮蔽域である。この観測不能域は、野貝原局の観測範囲にあることから、野貝原局の遮蔽の判定閾値の変更、観測仰角の調整を行った。

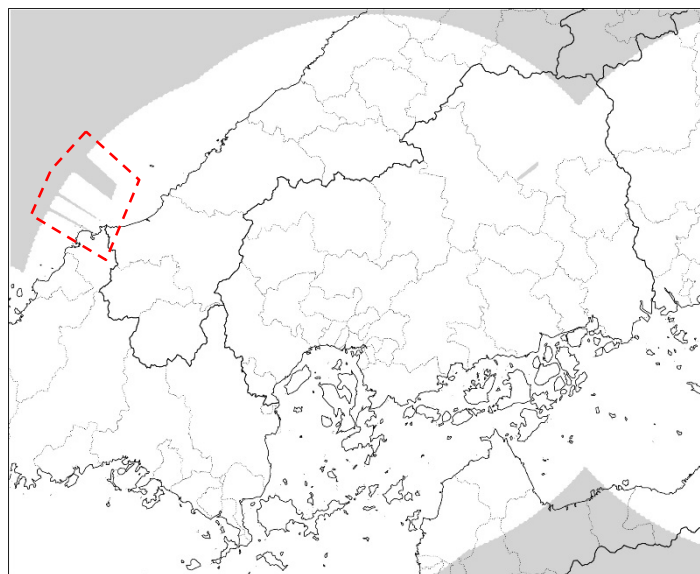


図 3.58 広島地域において確認された遮蔽域

図 3.59 は、野貝原局の遮蔽の判定閾値を変更した際の遮蔽域の出現状況である。通常は地形遮蔽が 50%以上の場合に遮蔽と判定される。遮蔽の判定閾値の引き上げにより遮蔽域の改善が見られる。

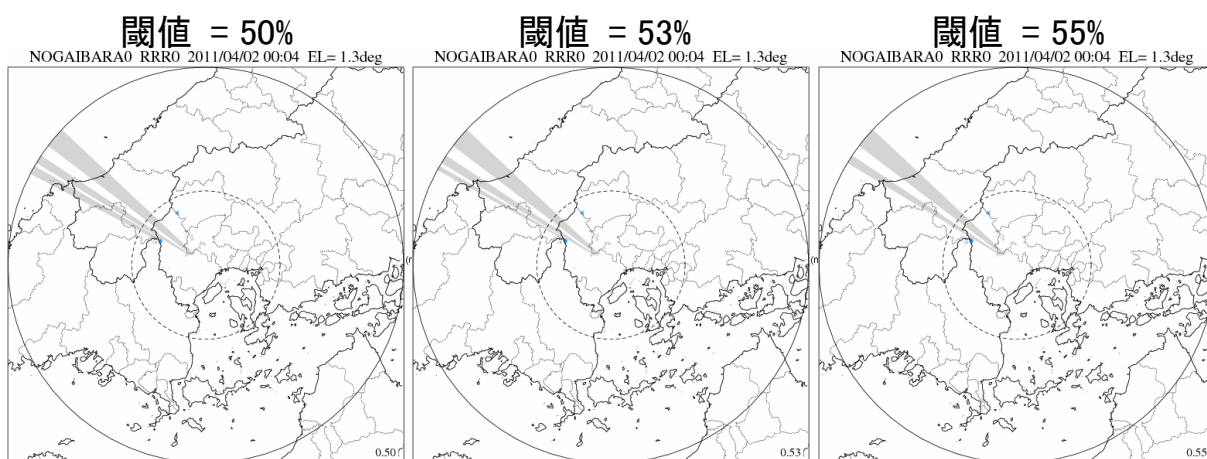


図 3.59 遮蔽の判定閾値の引き上げによる遮蔽域の出現状況（野貝原局）

図 3.60 は、遮蔽の判定閾値を 55%に引き上げ後に、合成処理の際に行われるガウシア

ンフィルタによる補間処理を適用した結果である。遮蔽の判定閾値の引き上げと補間処理の適用により遮蔽域の改善が見られる。しかし、遮蔽域の改善が不十分であることから観測仰角の調整を行った。

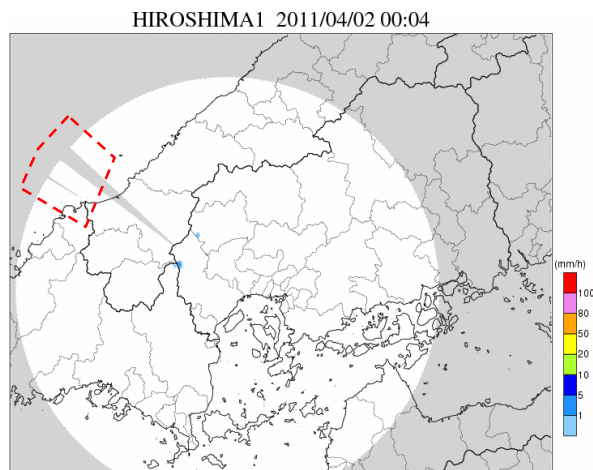


図 3.60 補間処理を適用後の遮蔽域の出現状況  
(野貝原局、仰角：1.3 度、遮蔽の判定閾値：55%)

図 3.61 は、 $\theta 1$  の観測仰角を引き上げた際の観測状況を、図 3.62 は、各仰角のビーム高度である。図 3.63 は、仰角を 1.5 度として補間処理を適用した際の観測状況である。遮  $\theta 1$  の観測仰角を 1.3 度から 1.5 度に引き上げることで遮蔽域が改善されている。この陸域に残る遮蔽域は牛尾山局により補間されることから野貝原局の  $\theta 1$  は 1.5 度に変更し、遮蔽の判定閾値を 55%に設定した。

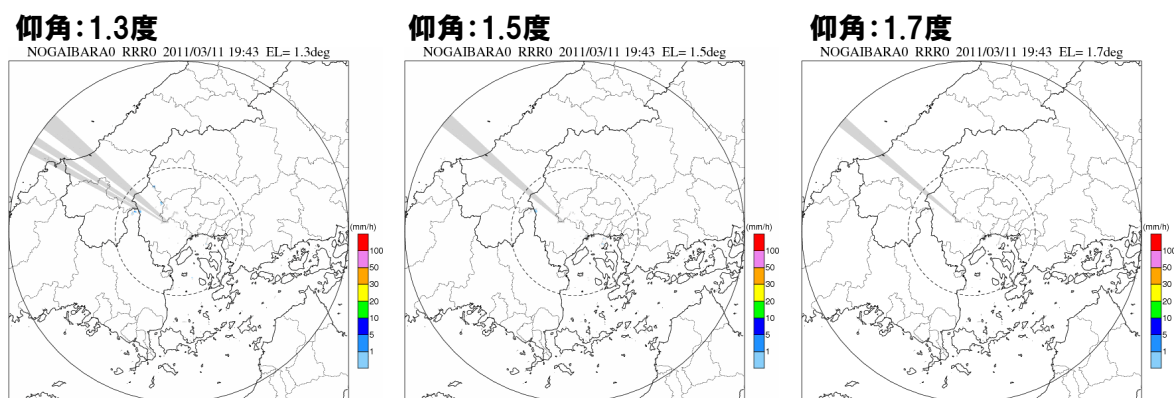


図 3.61 観測仰角  $\theta 1$  の引き上げによる遮蔽域の状況 (野貝原局)

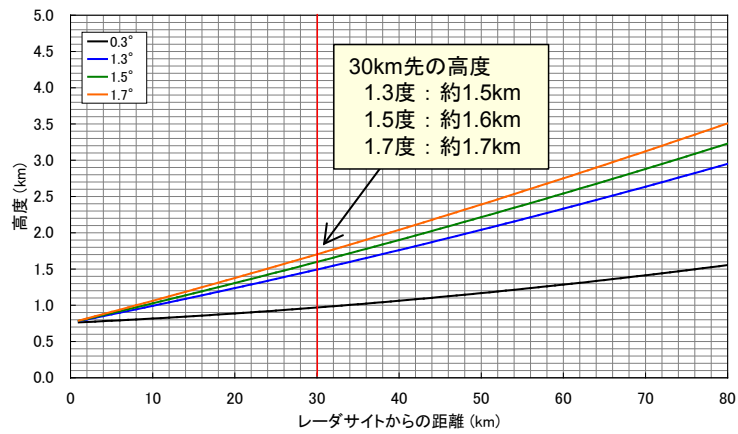


図 3.62 各仰角のビーム高度 (野貝原局)



図 3.63 補間処理を適用後の遮蔽域の出現状況 (野貝原局、仰角：1.5 度、遮蔽の判定閾値：55%)

### 3章2節21項 牛尾山局の仰角設定

牛尾山局の低仰角の最大仰角は 0.2 度、高仰角の最大仰角は 1.2 度である。図 3.64 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。

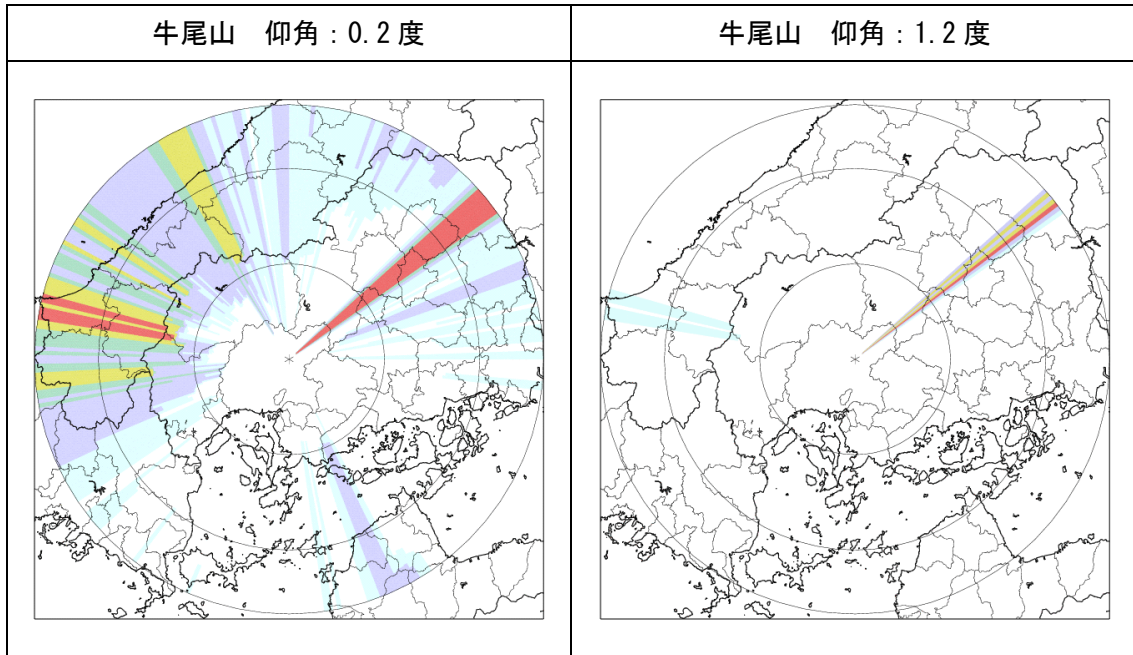


図 3.64 牛尾山局の遮蔽状況

牛尾山局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角、高仰角の最大仰角 0.2 度、1.2 度を概ね妥当とし  $\theta_0$ 、 $\theta_1$  として設定した。図 3.65～図 3.68 は  $\theta_0 \pm 1$  度、 $\theta_1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグランドクラッタ領域が確認され、仰角を下げるできないためグランドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

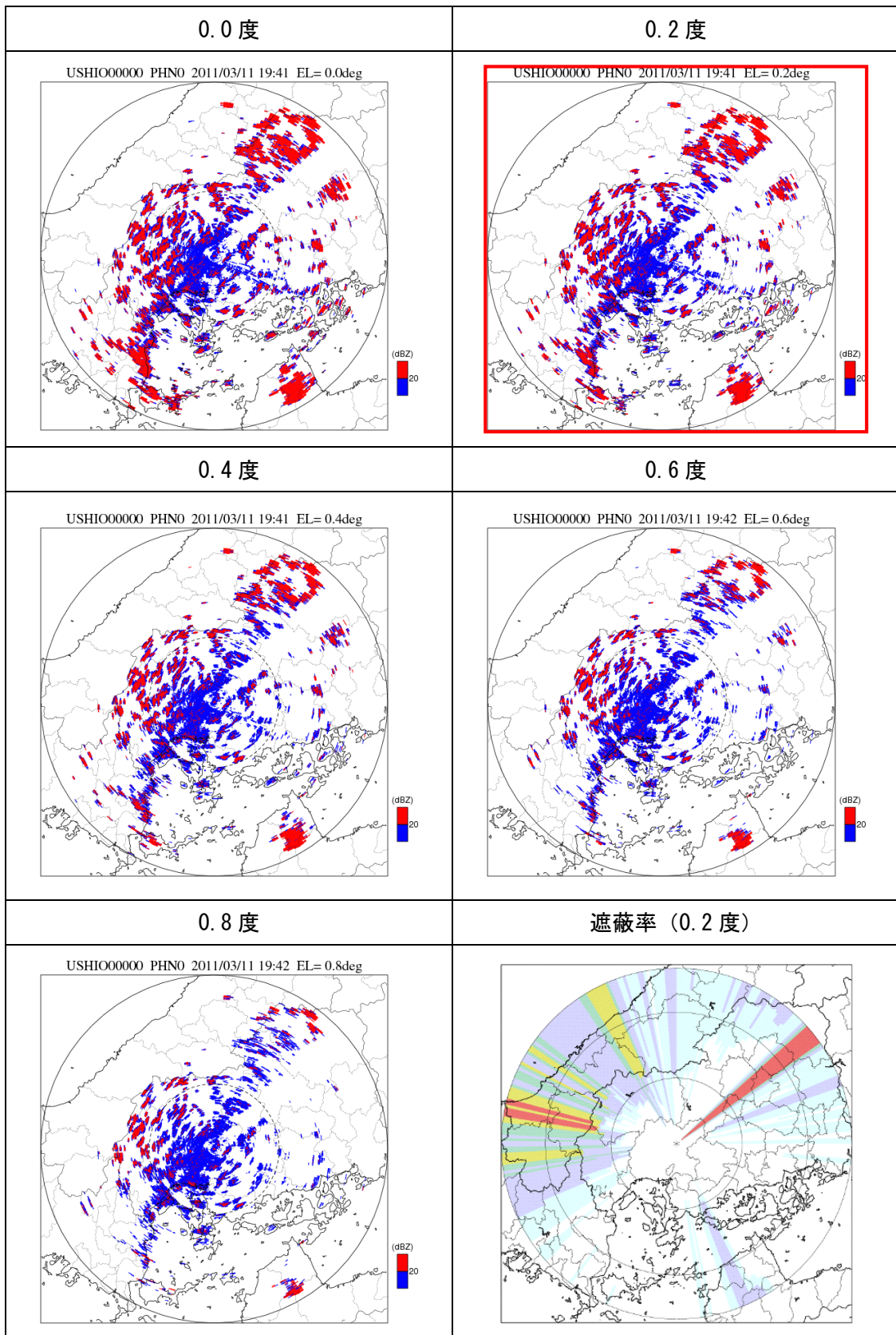


図 3.65 牛尾山局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

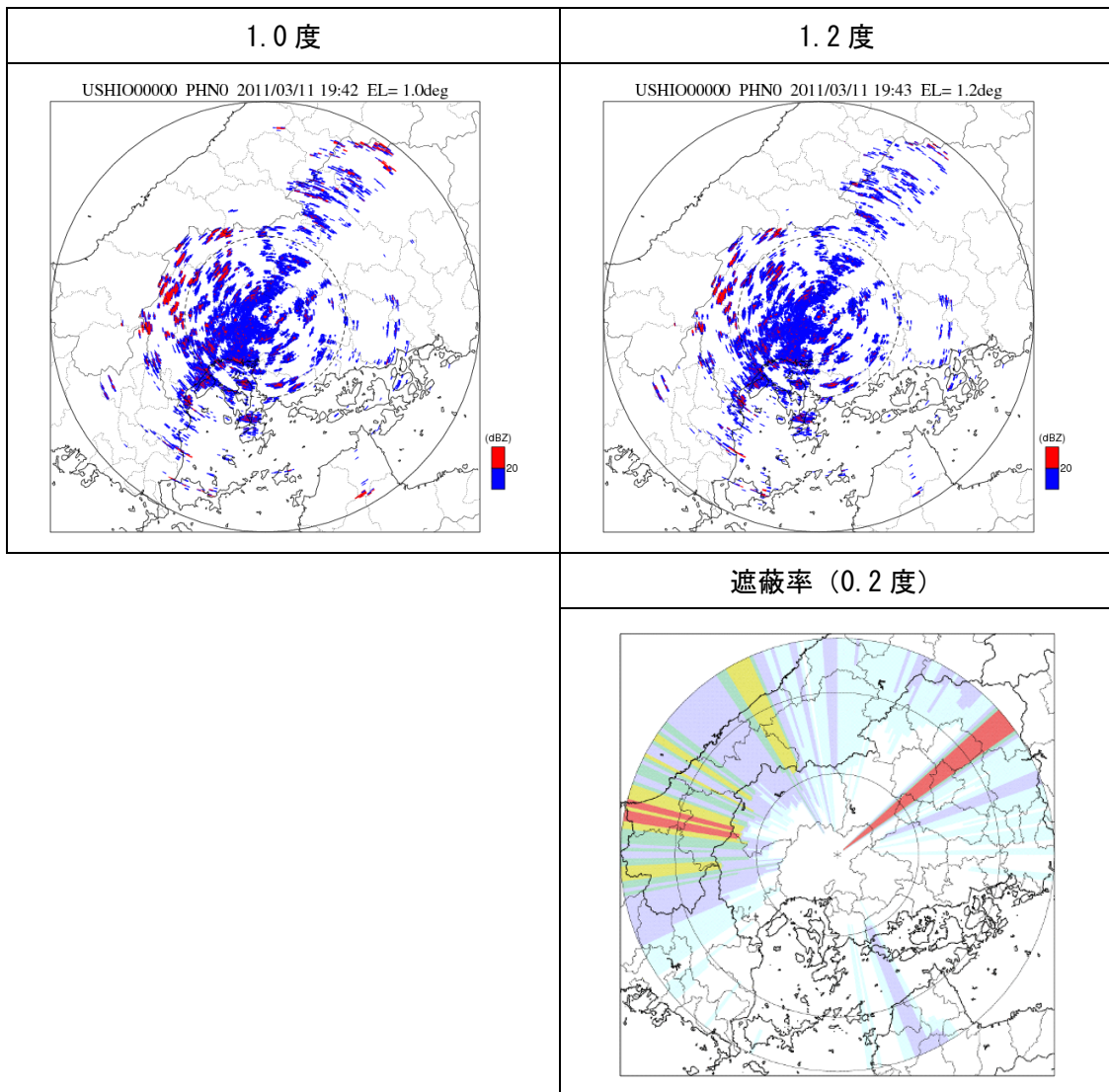


図 3.66 牛尾山局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグラウンドクラッタ出現状況

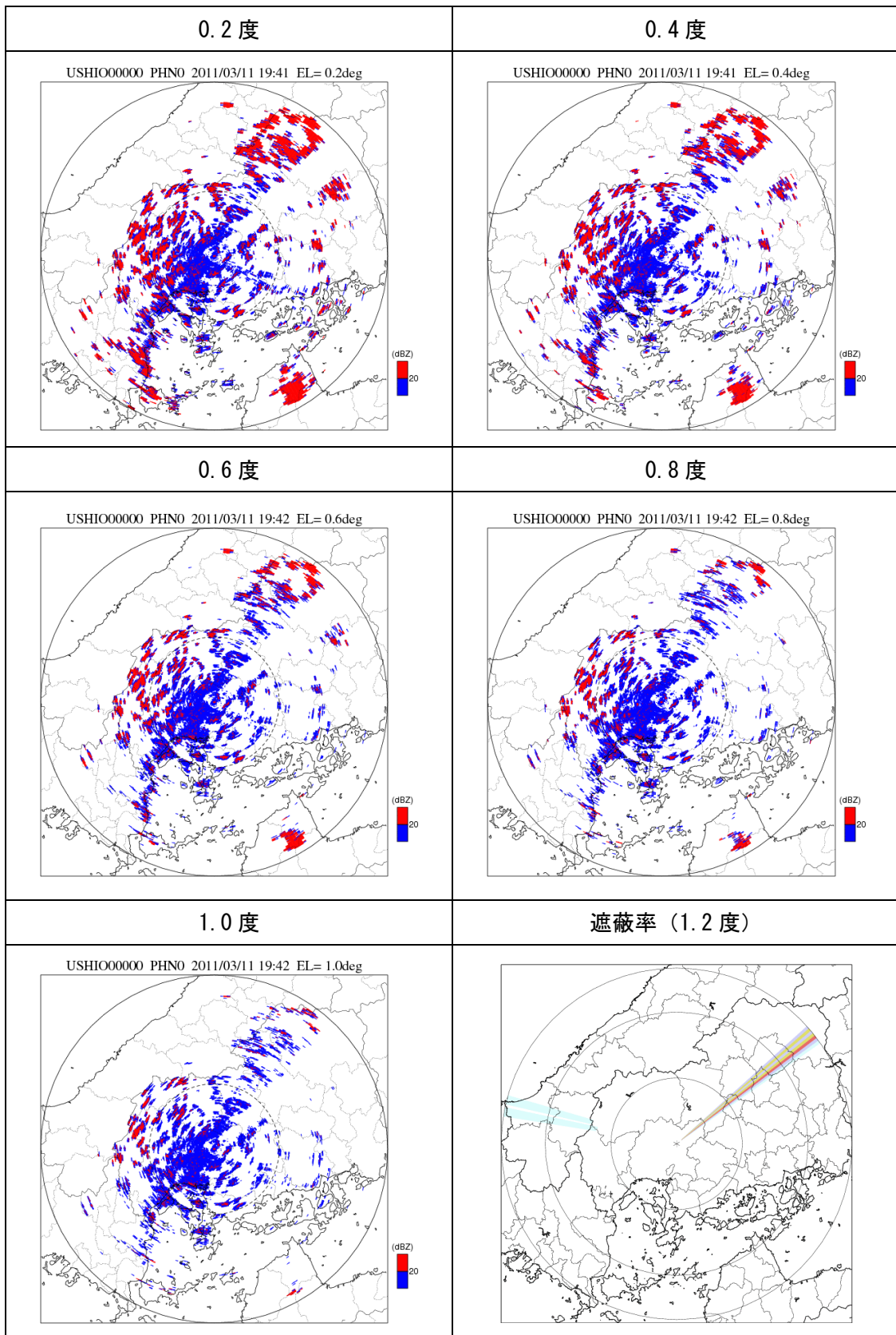


図 3.67 牛尾山局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

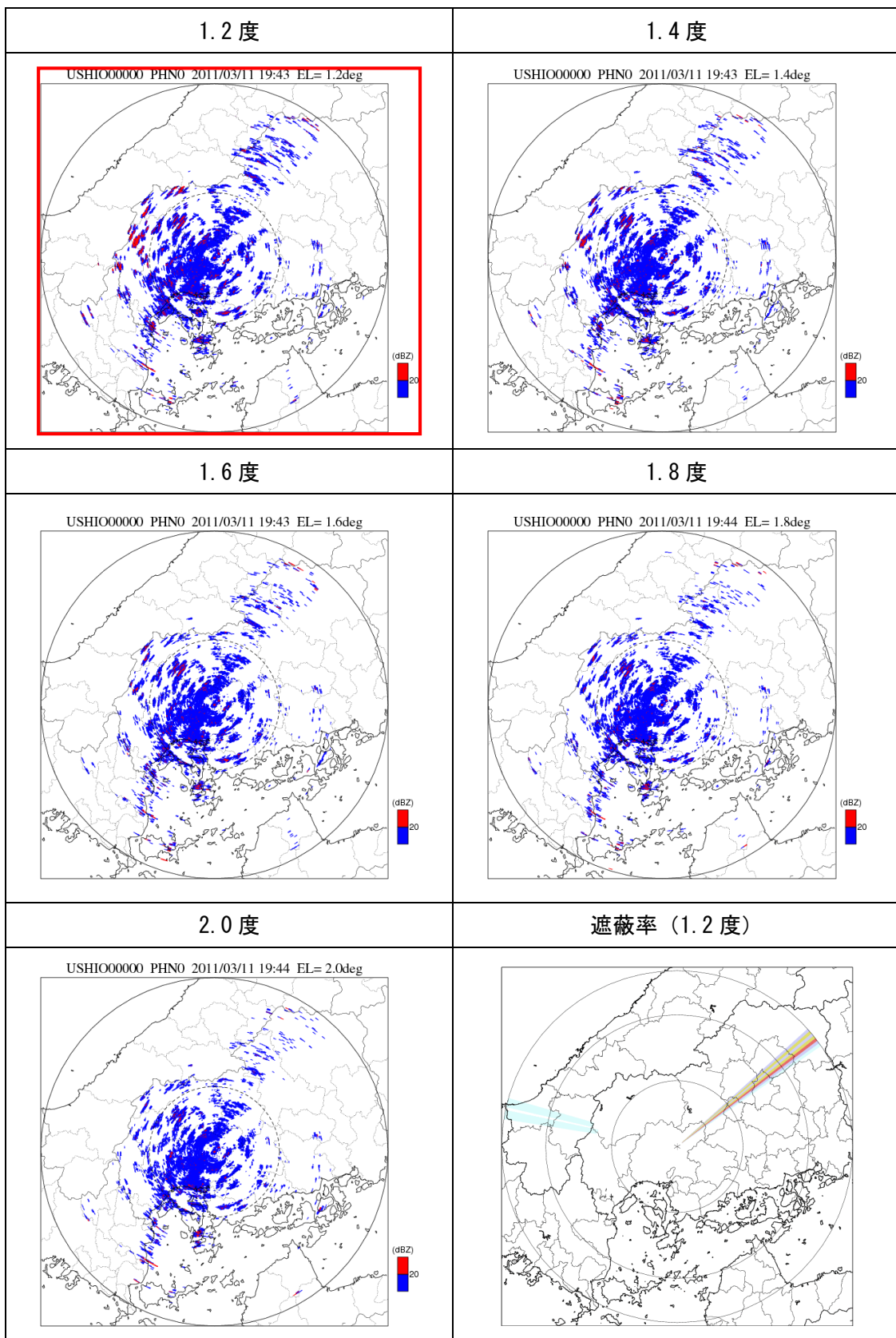


図 3.68 牛尾山局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況



■ 遮蔽の判定閾値の変更及び仰角調整による遮蔽域の解消

図 3.69 は、広島地域において確認された遮蔽域である。この遮蔽域は、牛尾山局の観測範囲にあることから、野貝原局と同様に、牛尾山局の遮蔽の判定閾値の変更、観測仰角の調整を行った。

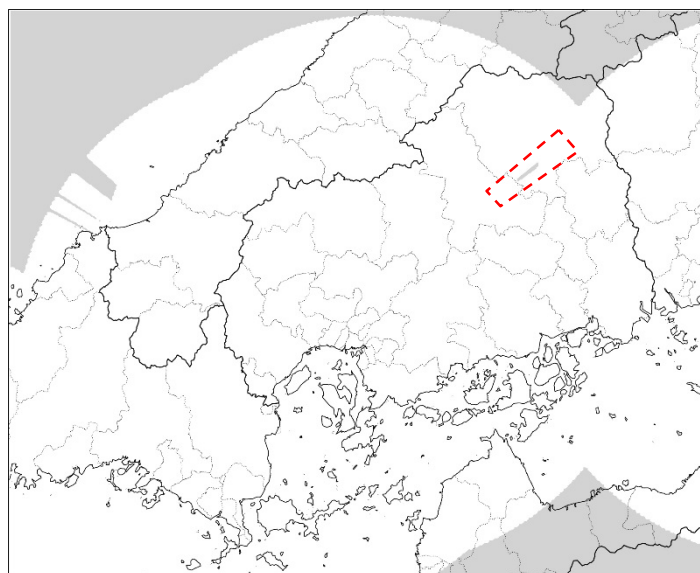


図 3.69 広島地域において確認された遮蔽域

図 3.70 は遮蔽の判定閾値を変更した際の遮蔽域の出現状況である。遮蔽の判定閾値の引き上げにより遮蔽域が若干改善されていることわかる。

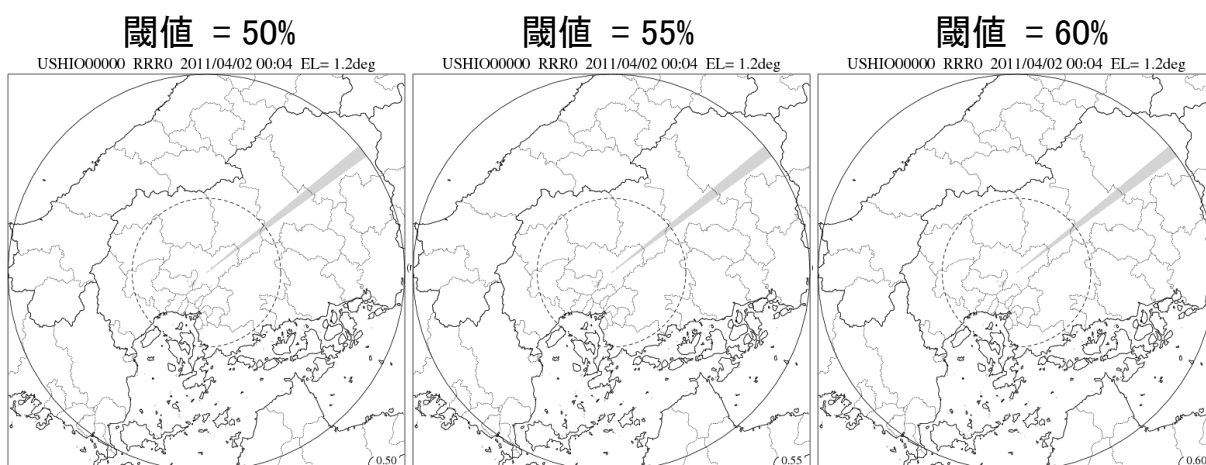


図 3.70 遮蔽の判定閾値の引き上げによる遮蔽域の状況（牛尾山局）

図 3.71 は、遮蔽の判定閾値を 55%に引き上げ後、補間処理を適用した結果である。遮蔽

域の改善が見られるが、不十分であるため観測仰角の調整を行った。

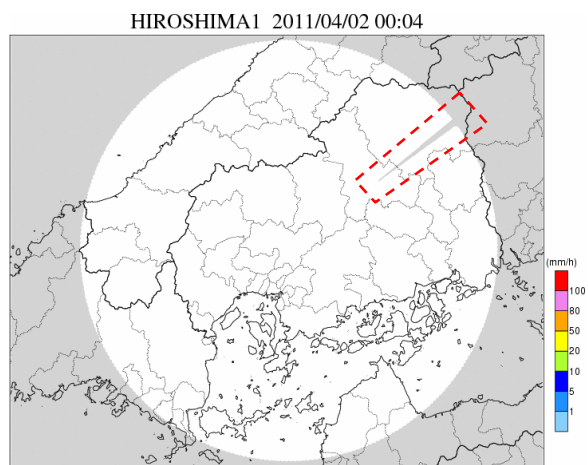


図 3.71 補間処理を適用後の遮蔽域の出現状況  
(牛尾山局、仰角：1.2 度、遮蔽の判定閾値：55%)

図 3.72 は  $\theta 1$  の観測仰角を引き上げた際の遮蔽状況を、図 3.73 は各仰角のビーム高度である。図 3.74 は観測仰角 1.4 度として補間処理を適用した際の観測状況である。 $\theta 1$  の観測仰角を 1.2 度から 1.4 度へ引き上げることで遮蔽域が解消されていることから、牛尾山局の  $\theta 1$  は 1.4 度に変更し、遮蔽の判定閾値を 55%に設定した。

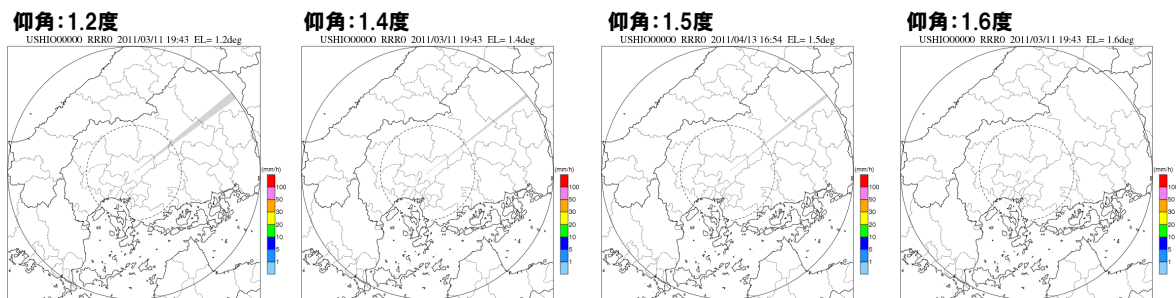


図 3.72 観測仰角  $\theta 1$  の引き上げによる遮蔽域の状況 (牛尾山局)

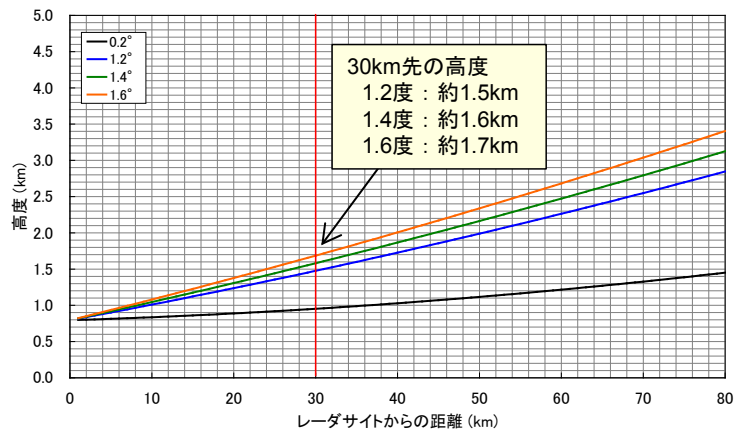


図 3.73 観測仰角毎のビーム高度 (牛尾山)



図 3.74 補間処理を適用後の遮蔽域の出現状況 (牛尾山局、仰角：1.4 度、遮蔽の判定閾値：55%)

### 3章2節22項 九千部局の仰角設定

九千部局の低仰角の最大仰角は 0.2 度、高仰角の最大仰角は 1.1 度である。図 3.75 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。

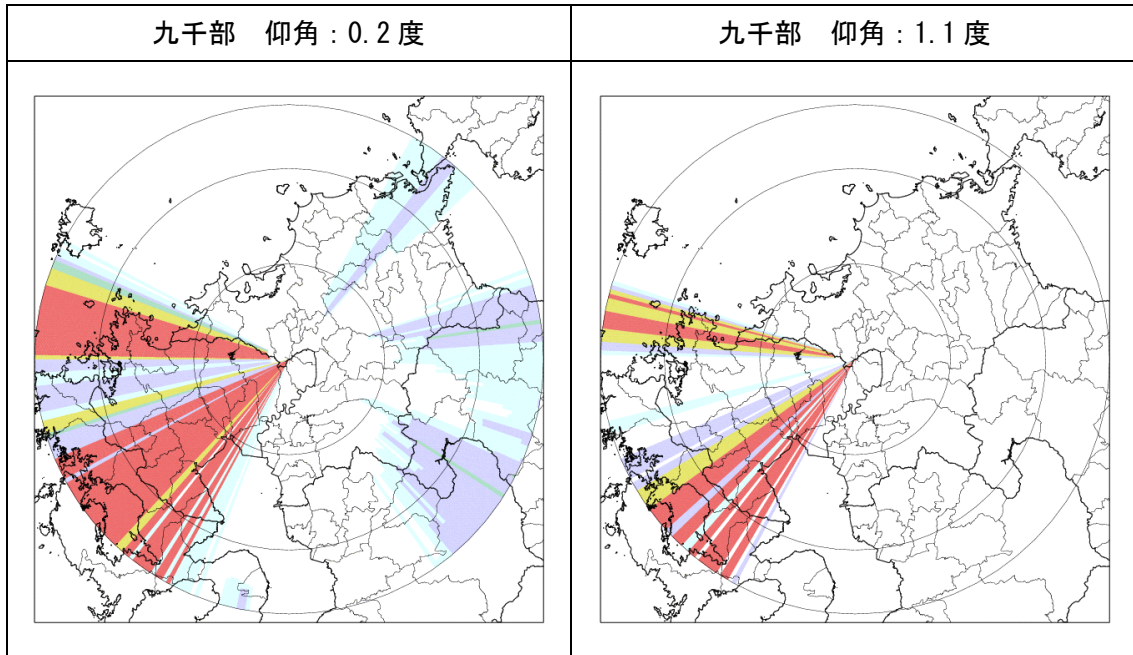


図 3.75 九千部局の遮蔽状況

九千部局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角、高仰角の最大仰角 0.2 度、1.1 度を概ね妥当とし  $\theta_0$ 、 $\theta_1$  として設定した。図 3.76～図 3.79 は  $\theta_0 \pm 1$  度、 $\theta_1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグラウンドクラッタ領域が確認され、仰角を下げるできないためグラウンドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

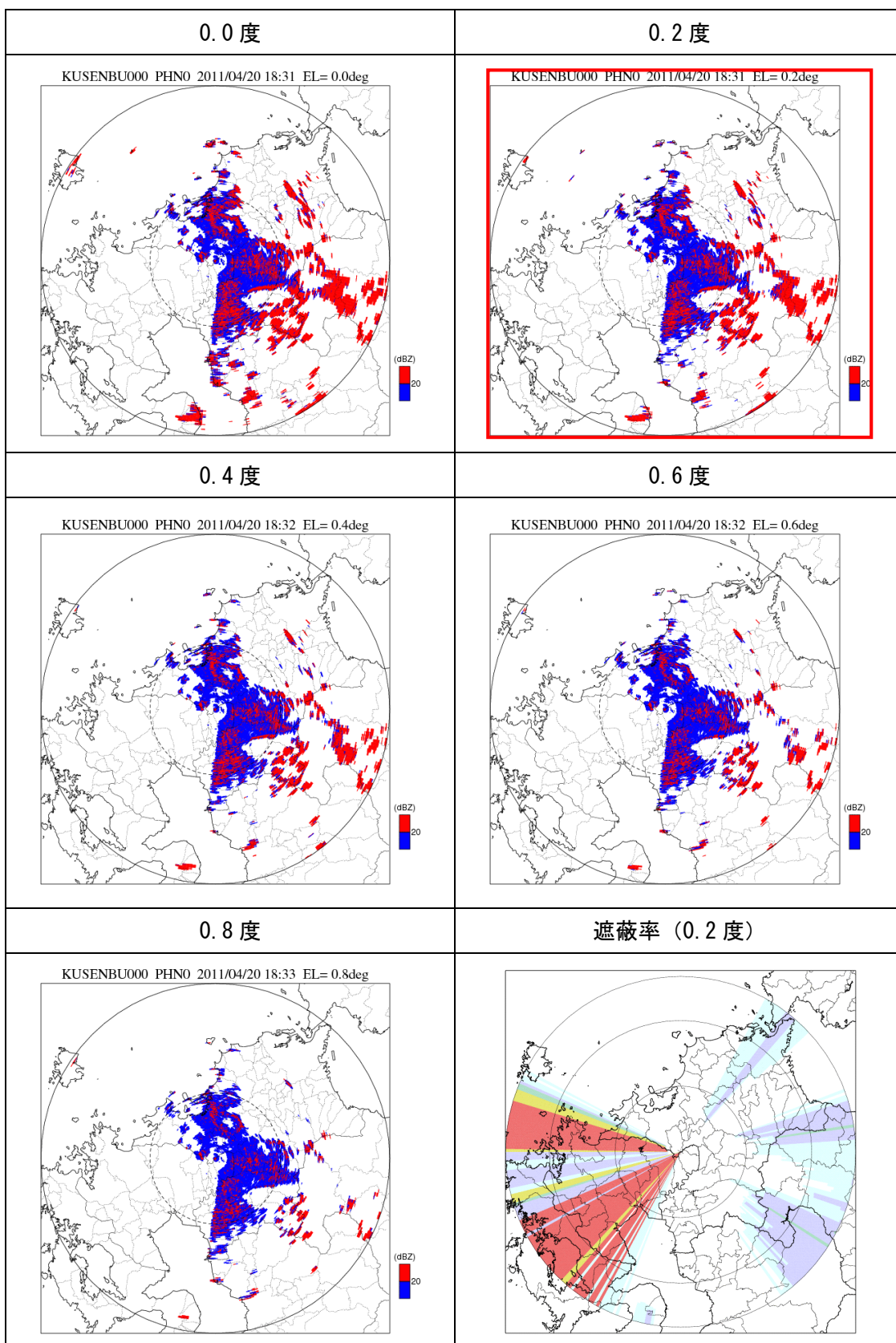


図 3.76 九千部局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

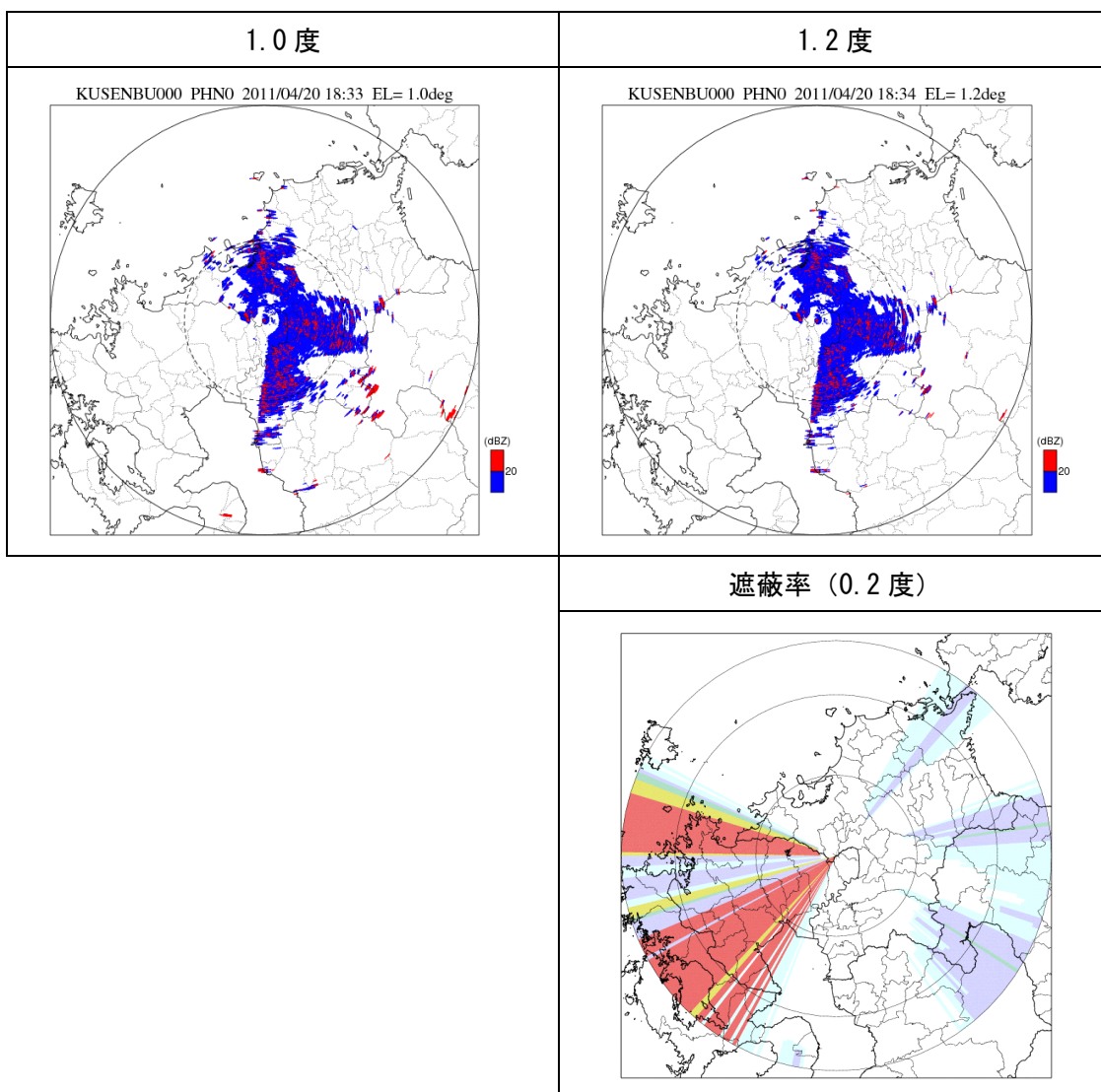


図 3.77 九千部局 (θ0±1 度) のグラウンドクラッタ出現状況

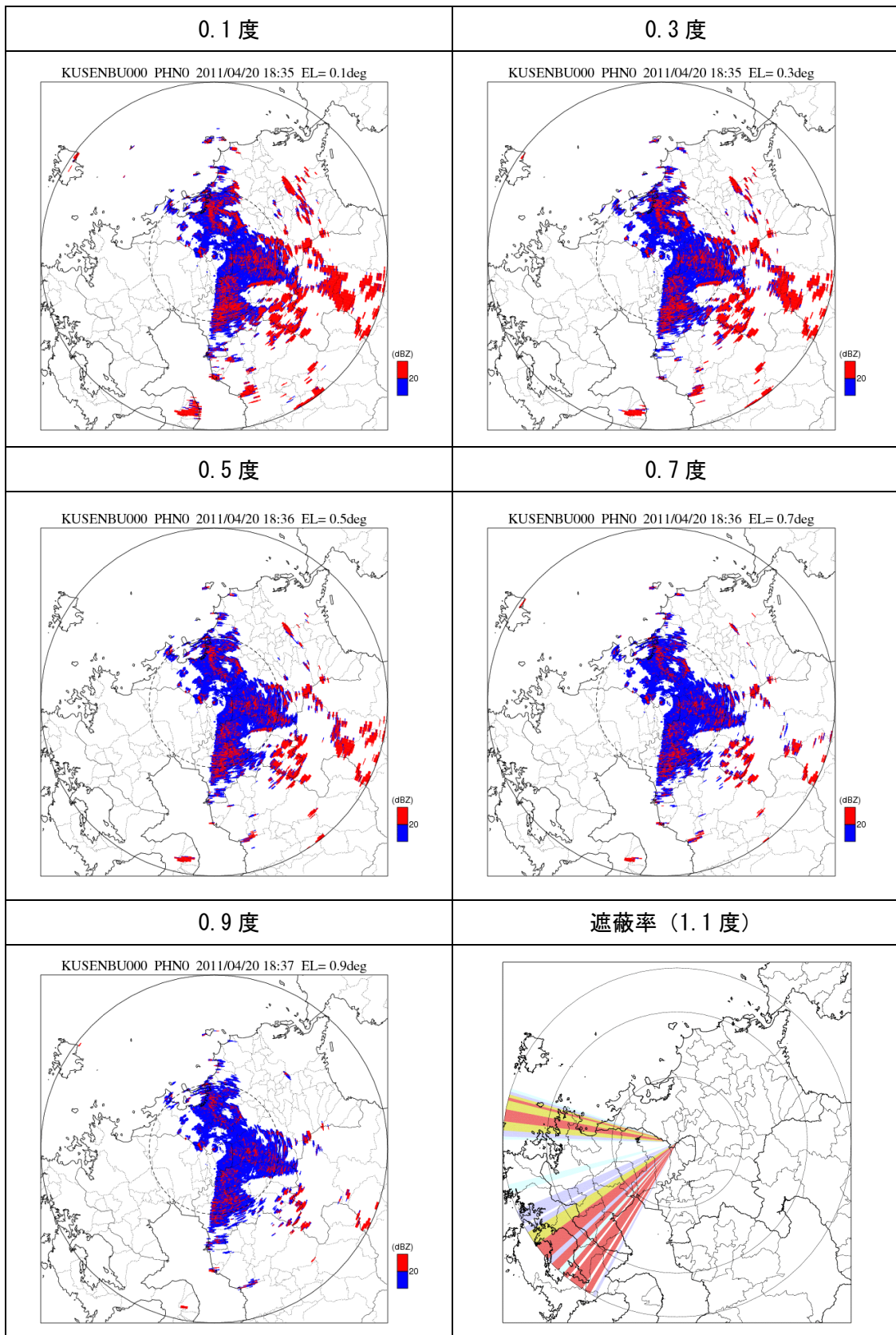


図 3.78 九千部局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

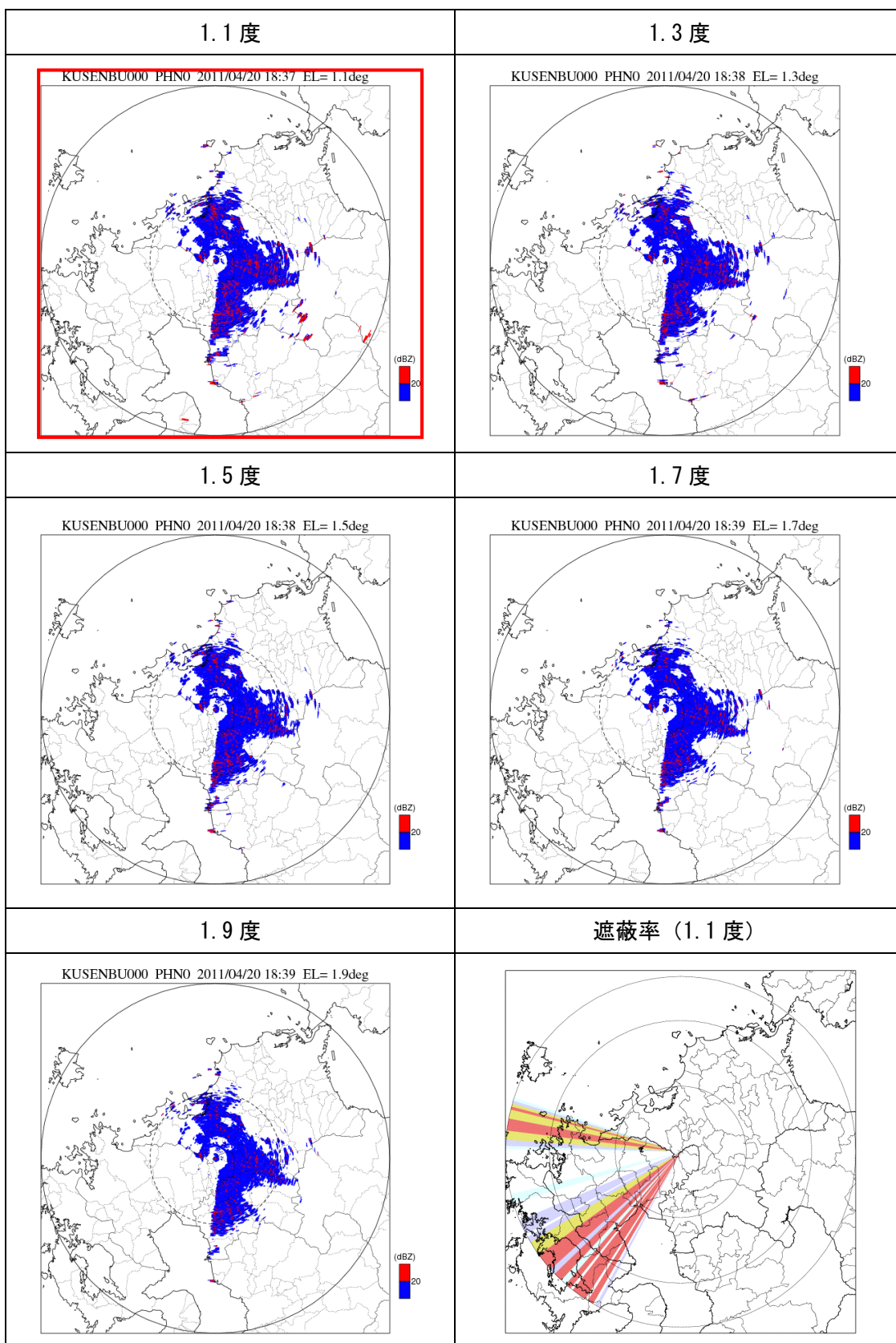


図 3.79 九千部局 ( $\theta \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況



### 3章2節23項 菅岳局の仰角設定

菅岳局の低仰角の最大仰角は0.6度、高仰角の最大仰角は1.5度である。図3.80は、シミュレーションによる遮蔽状況である。

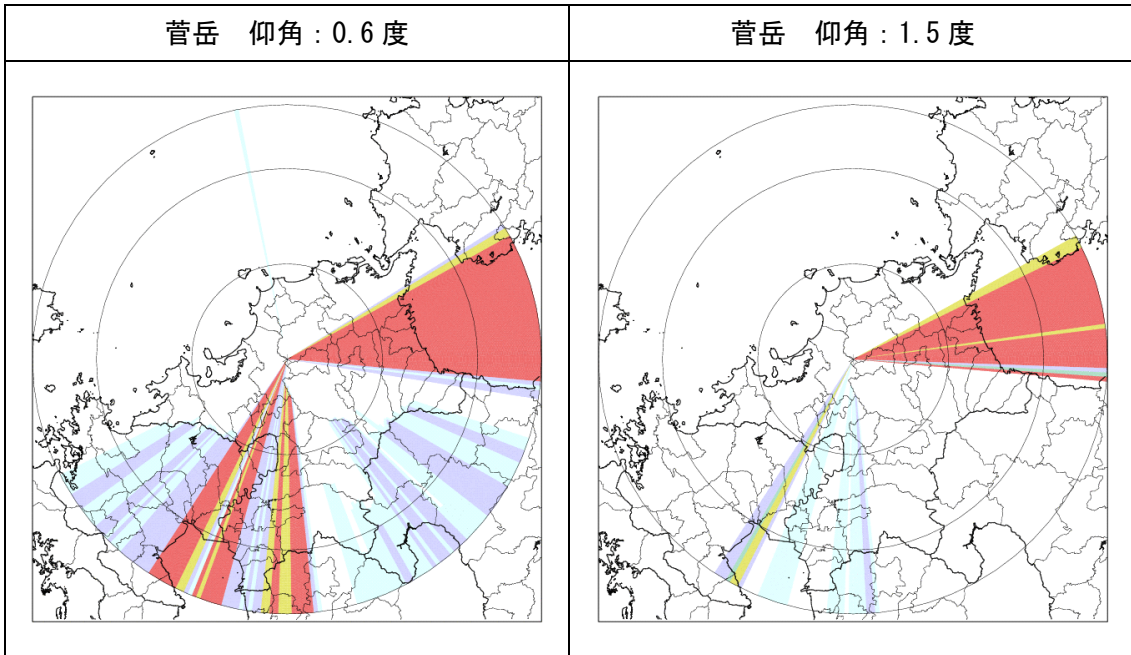


図 3.80 菅岳局の遮蔽状況

菅岳局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角、高仰角の最大仰角0.6度、1.5度を概ね妥当とし $\theta_0$ 、 $\theta_1$ として設定した。図3.81～図3.84は $\theta_0 \pm 1$ 度、 $\theta_1 \pm 1$ 度の仰角で観測したレーダ反射因子(Zh-NOR)である。いずれの仰角も半径30km以内に20dBZ以上のグラウンドクラッタ領域が確認され、仰角を下げるできないためグラウンドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

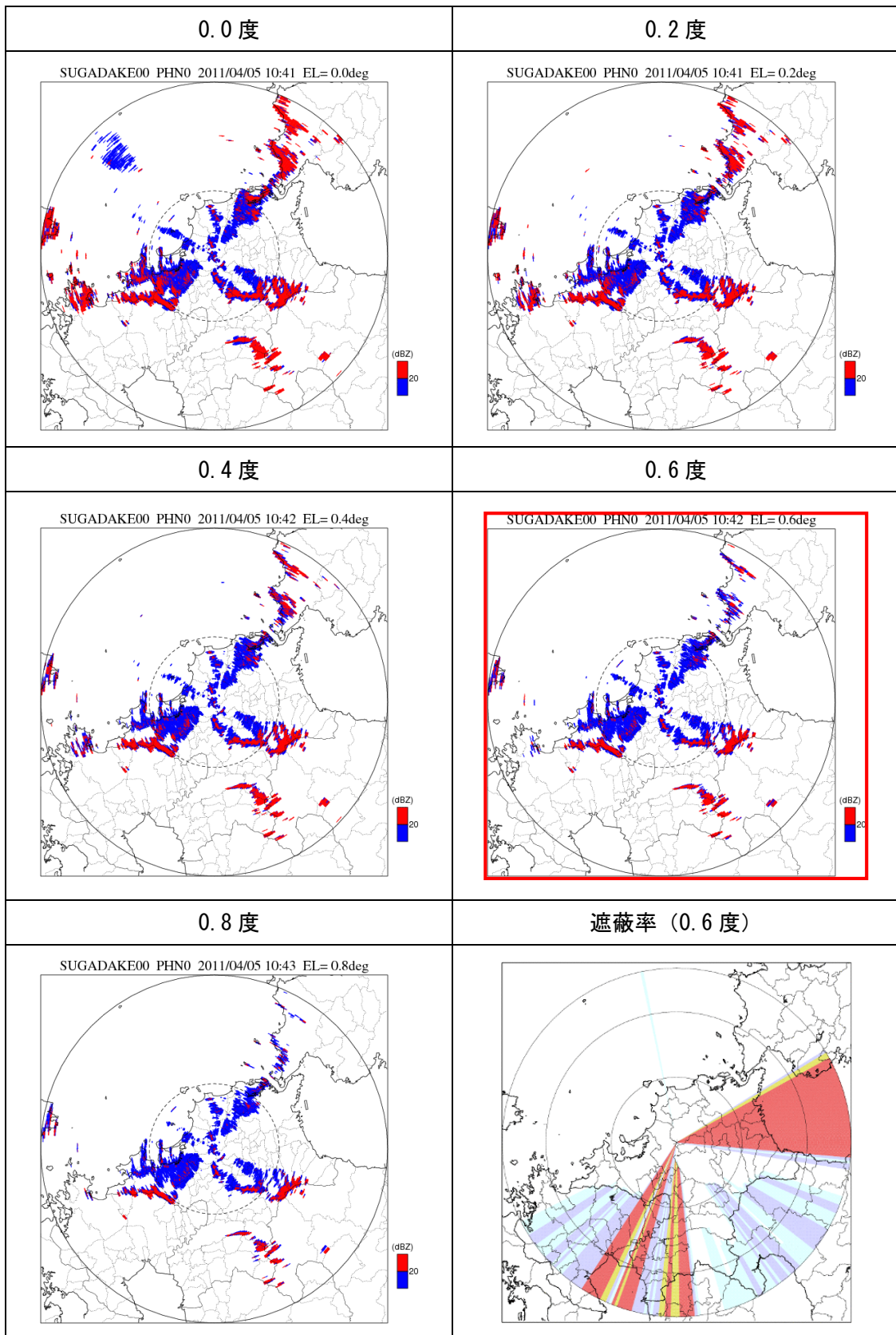


図 3.81 菅岳局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグラウンドクラッタ出現状況

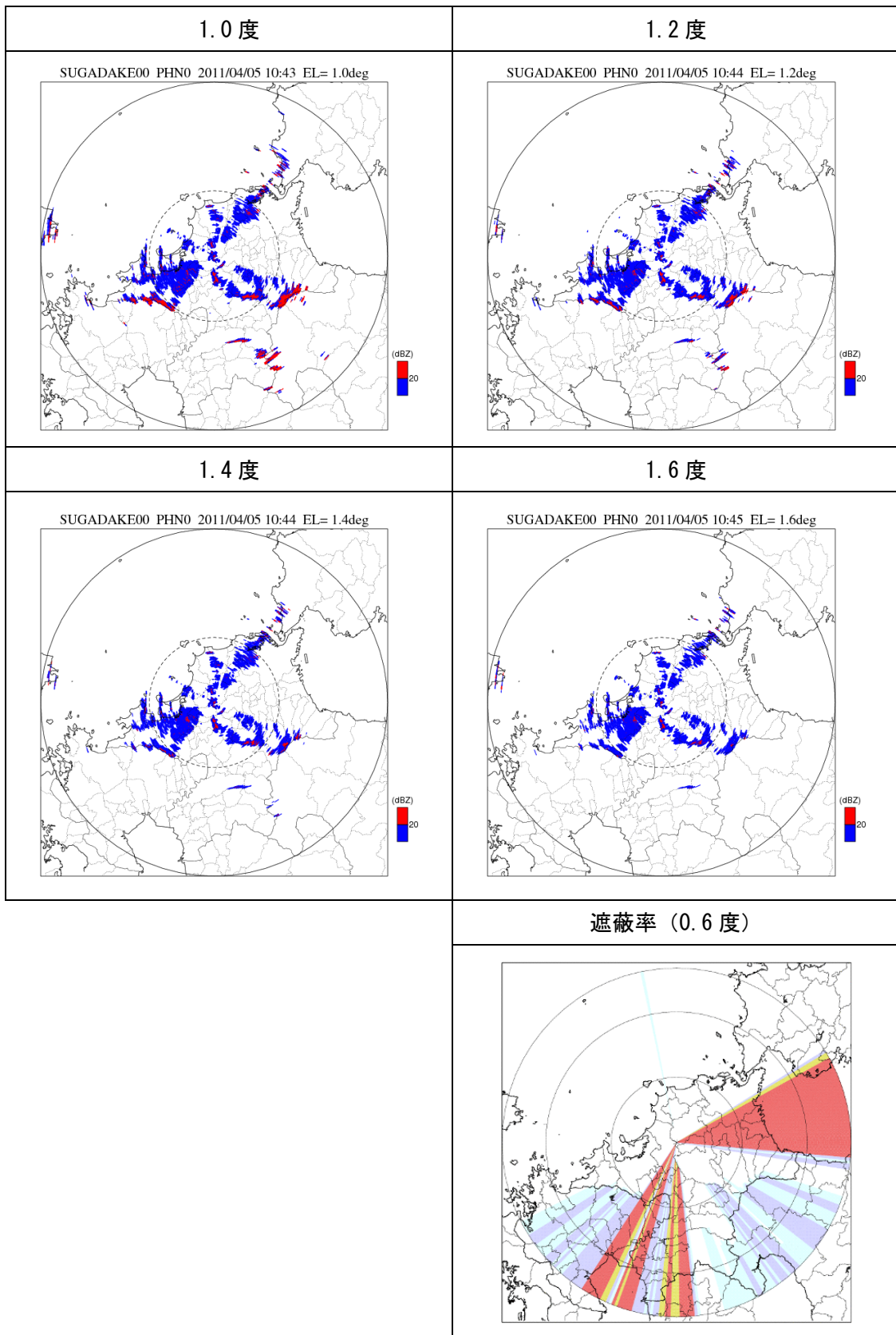


図 3.82 菅岳局 (00±1 度) のグラウンドクラッタ出現状況

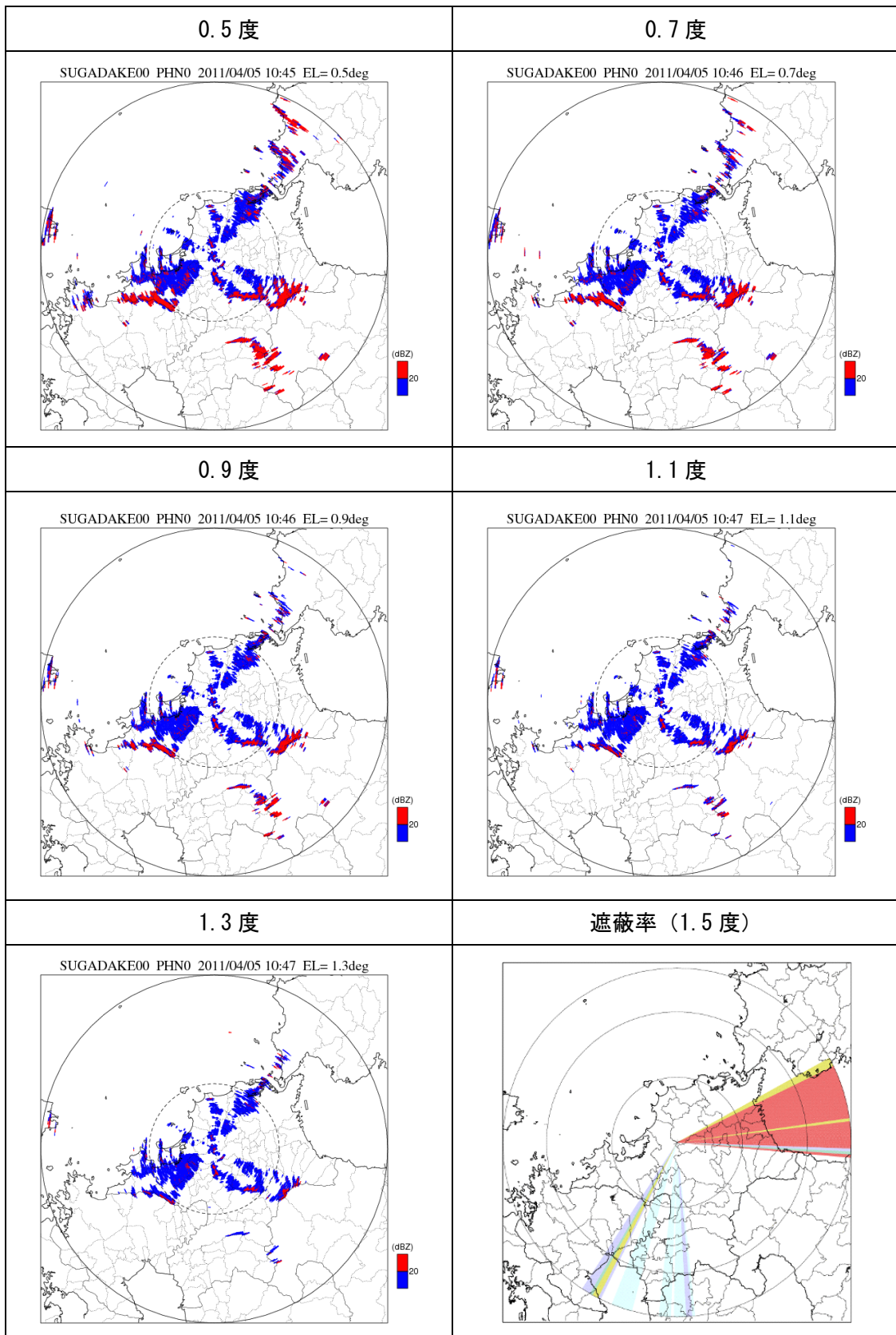


図 3.83 菅岳局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

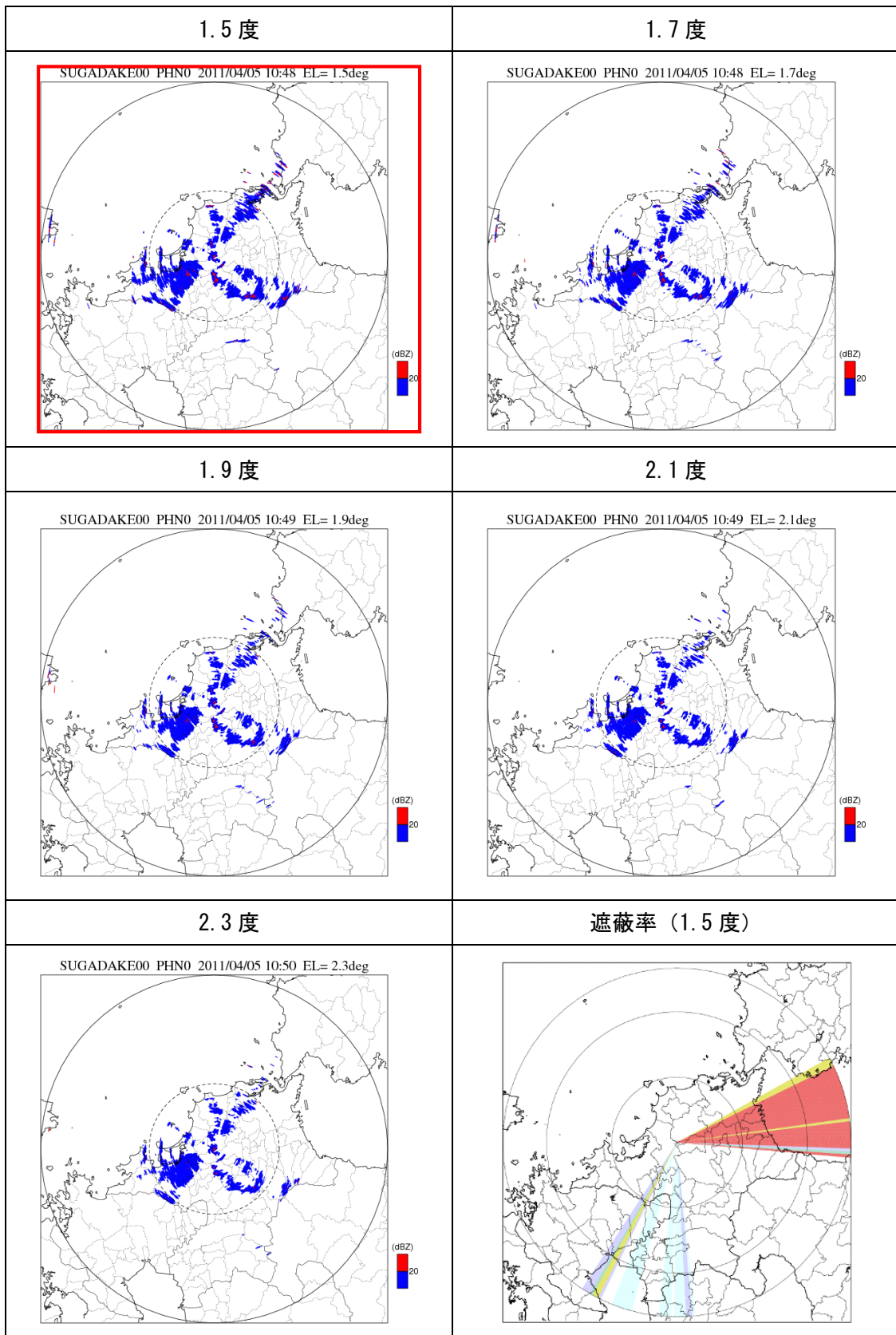


図 3.84 菅岳局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

### 3章2節24項 古月山局の仰角設定

古月山局の低仰角の最大仰角は 1.3 度、高仰角の最大仰角は 2.3 度である。図 3.85 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。

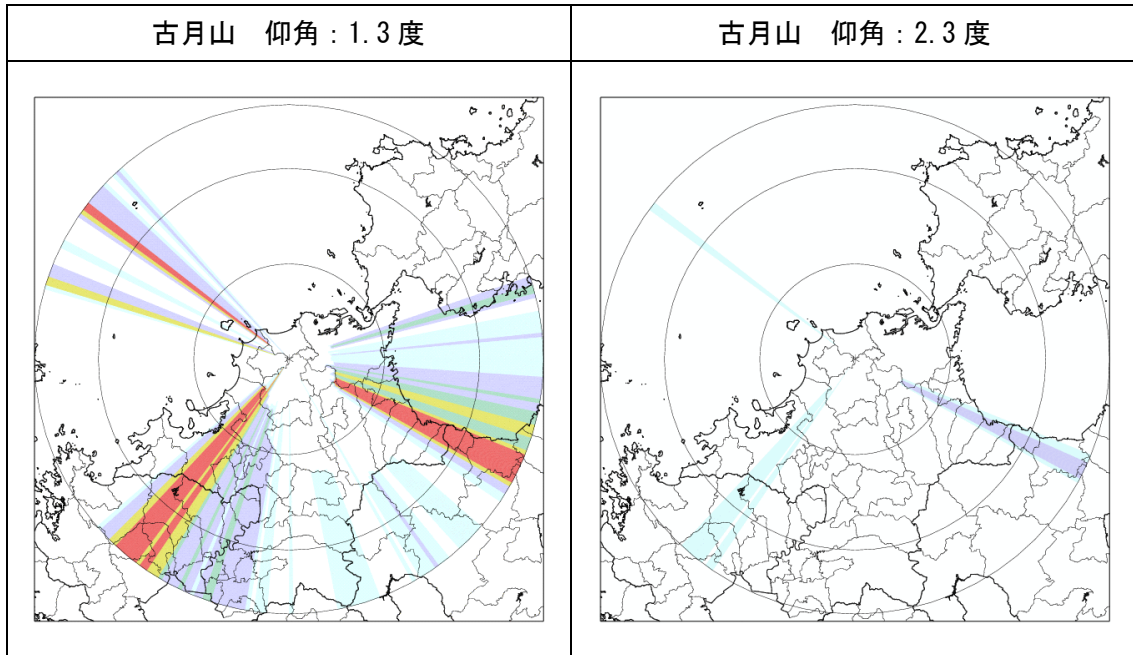


図 3.85 古月山局の遮蔽状況

古月山局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角、高仰角の最大仰角 1.3 度、2.3 度を概ね妥当とし  $\theta_0$ 、 $\theta_1$  として設定した。図 3.86～図 3.89 は  $\theta_0 \pm 1$  度、 $\theta_1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグランドクラッタ領域が確認され、仰角を下げるできないためグランドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

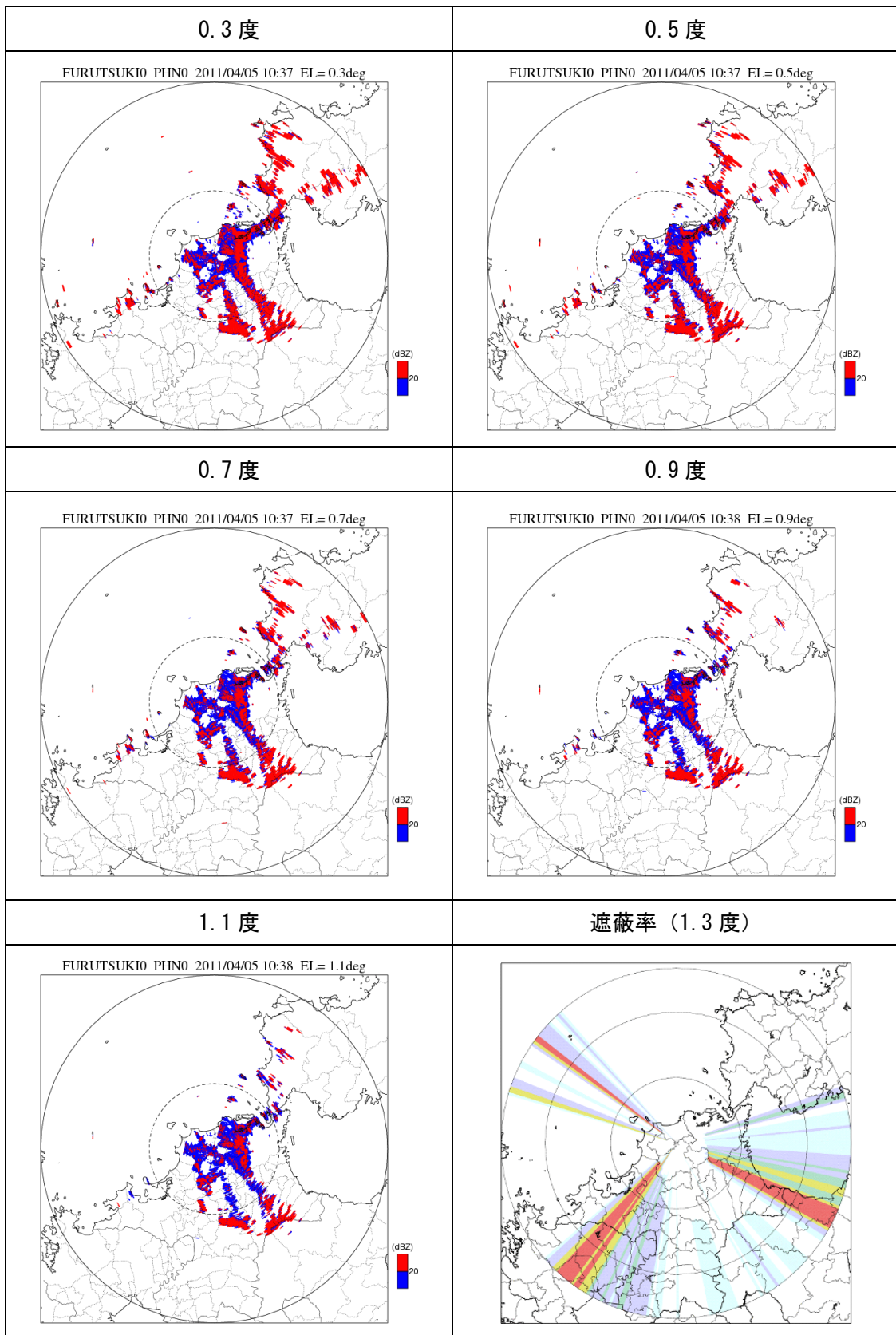


図 3.86 古月山局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

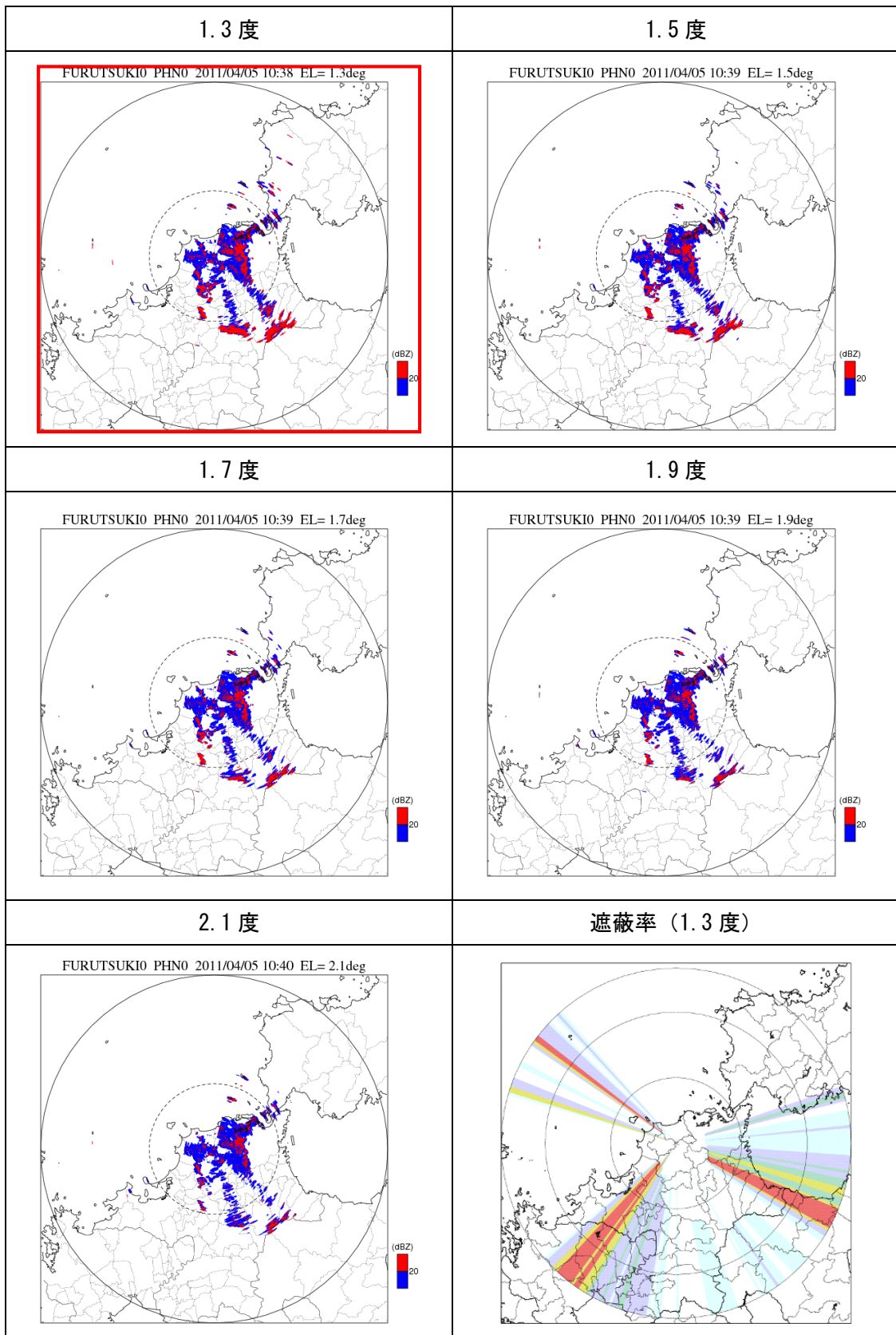


図 3.87 古月山局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況



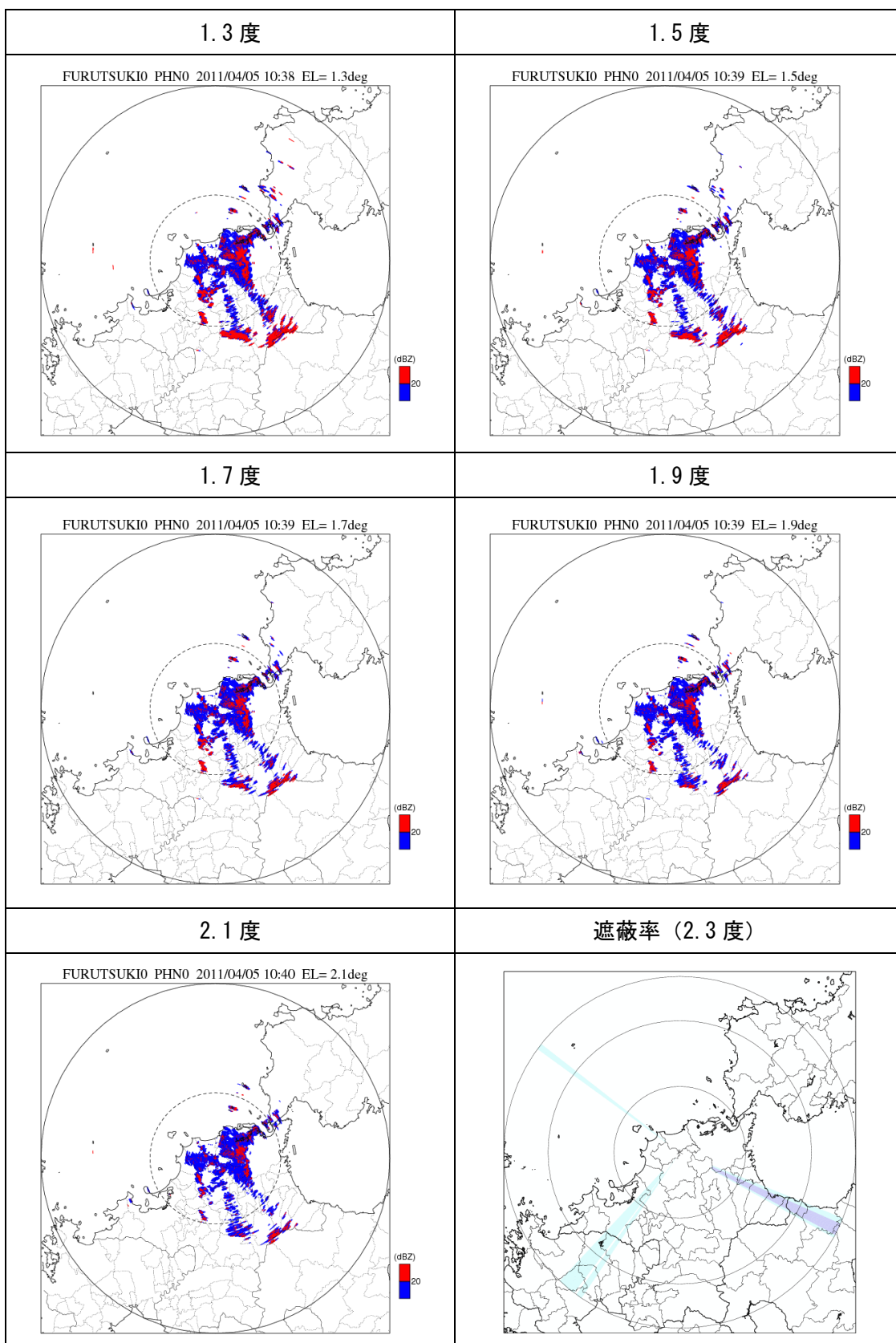


図 3.88 古月山局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

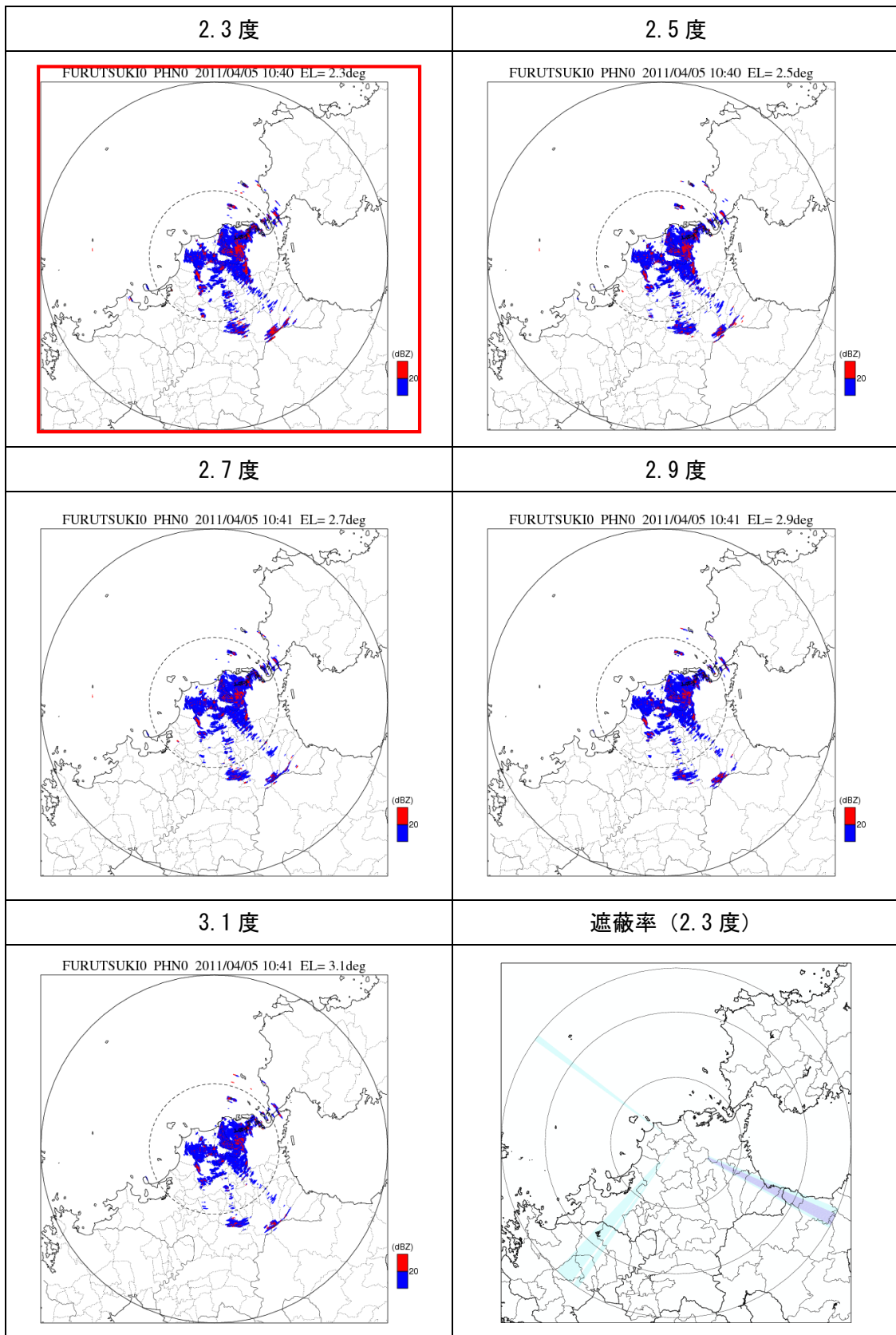


図 3.89 古月山局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

### 3章2節25項 風師山局の仰角設定

風師山局の低仰角の最大仰角は 1.2 度、高仰角の最大仰角は 2.1 度である。図 3.90 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。

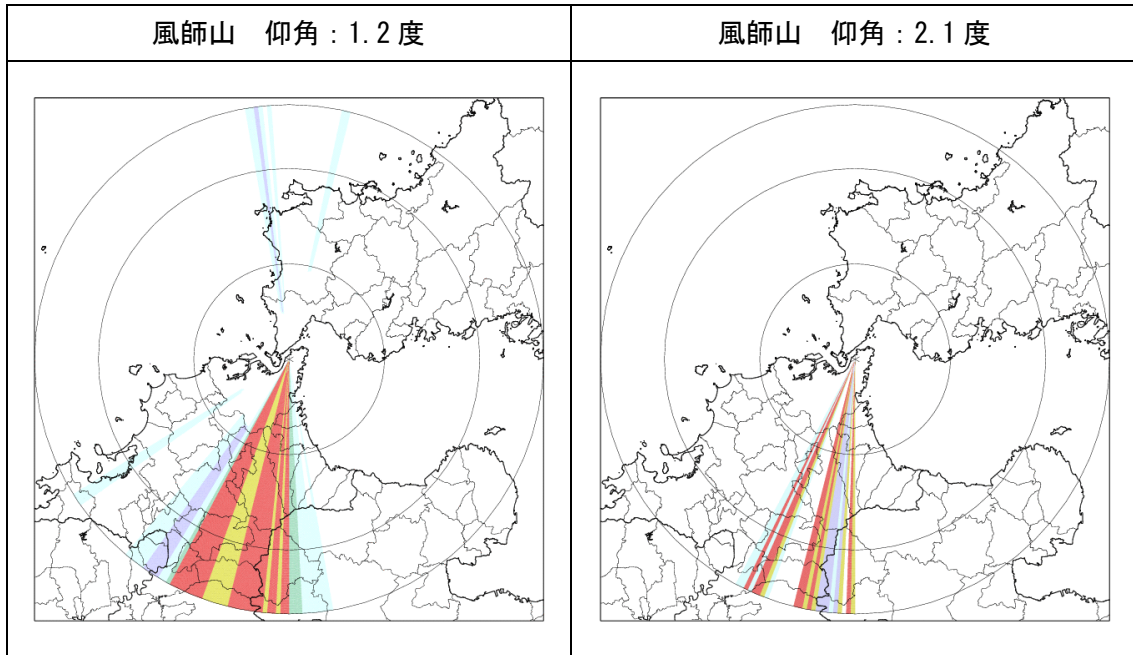


図 3.90 風師山局の遮蔽状況

風師山局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角、高仰角の最大仰角 1.2 度、1.7 度を概ね妥当とし  $\theta_0$ 、 $\theta_1$  として設定した。図 3.91～図 3.94 は  $\theta_0 \pm 1$  度、 $\theta_1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグラウンドクラッタ領域が確認され、仰角を下げるできないためグラウンドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

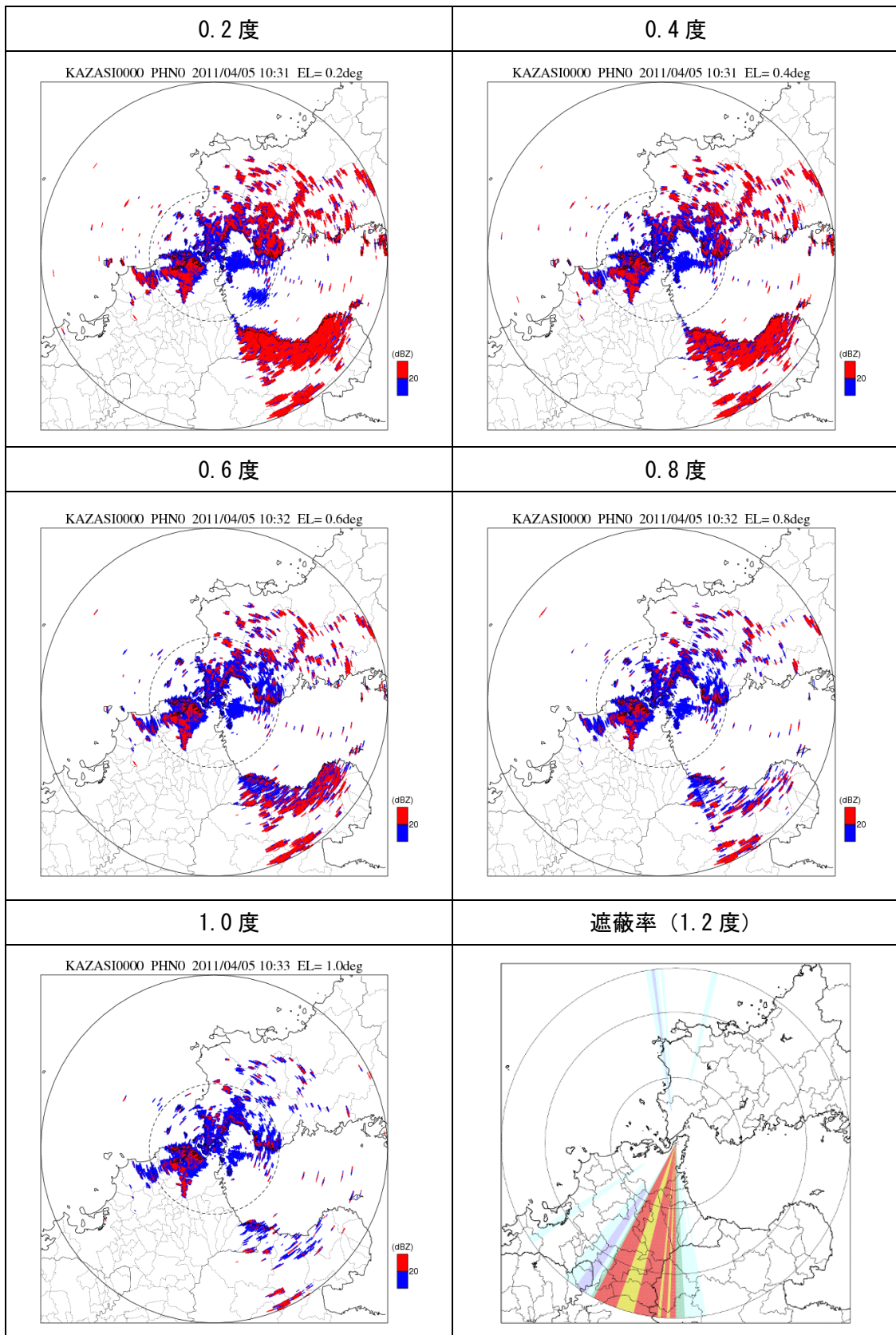


図 3.91 風師山局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

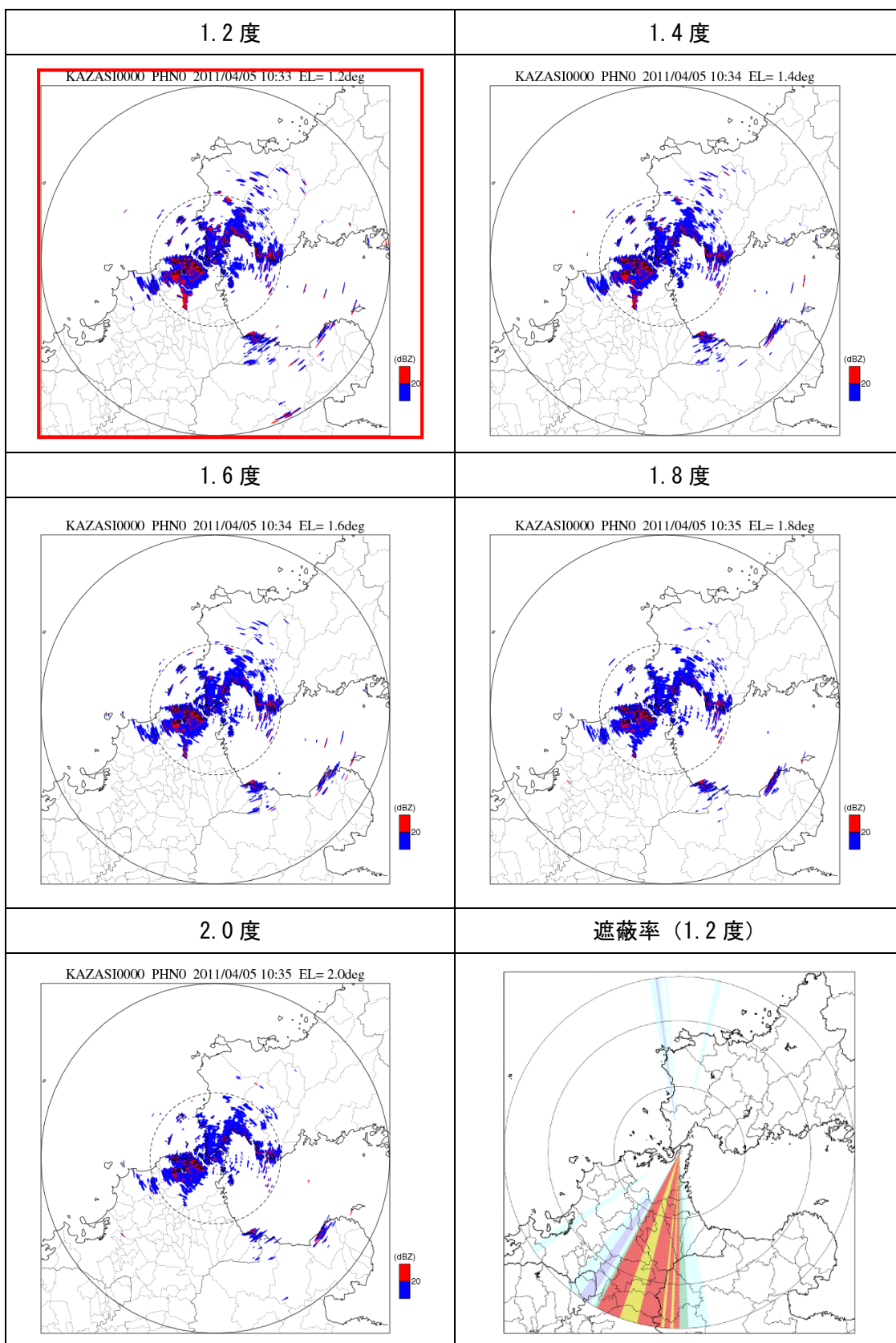


図 3.92 風師山局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

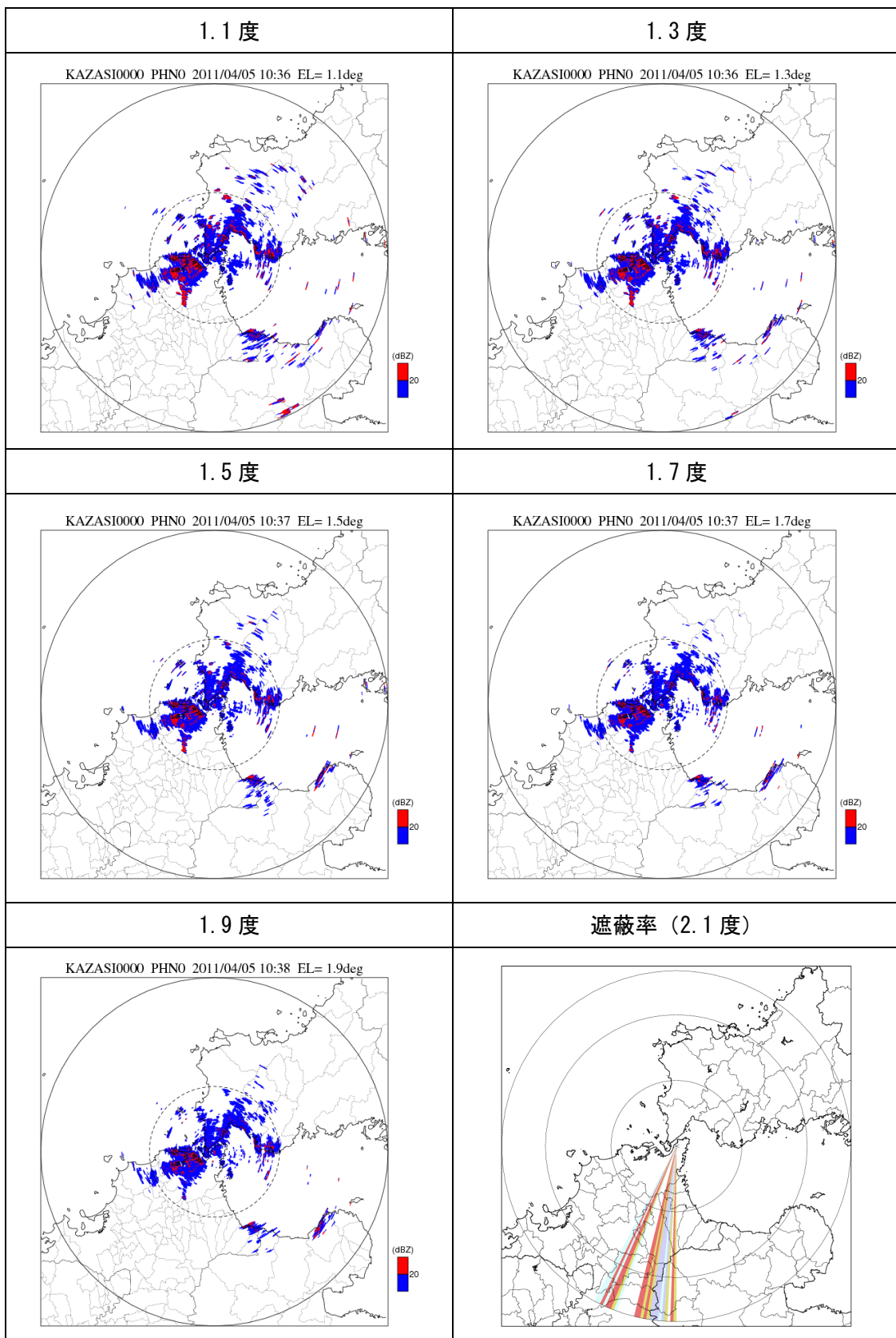


図 3.93 風師山局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

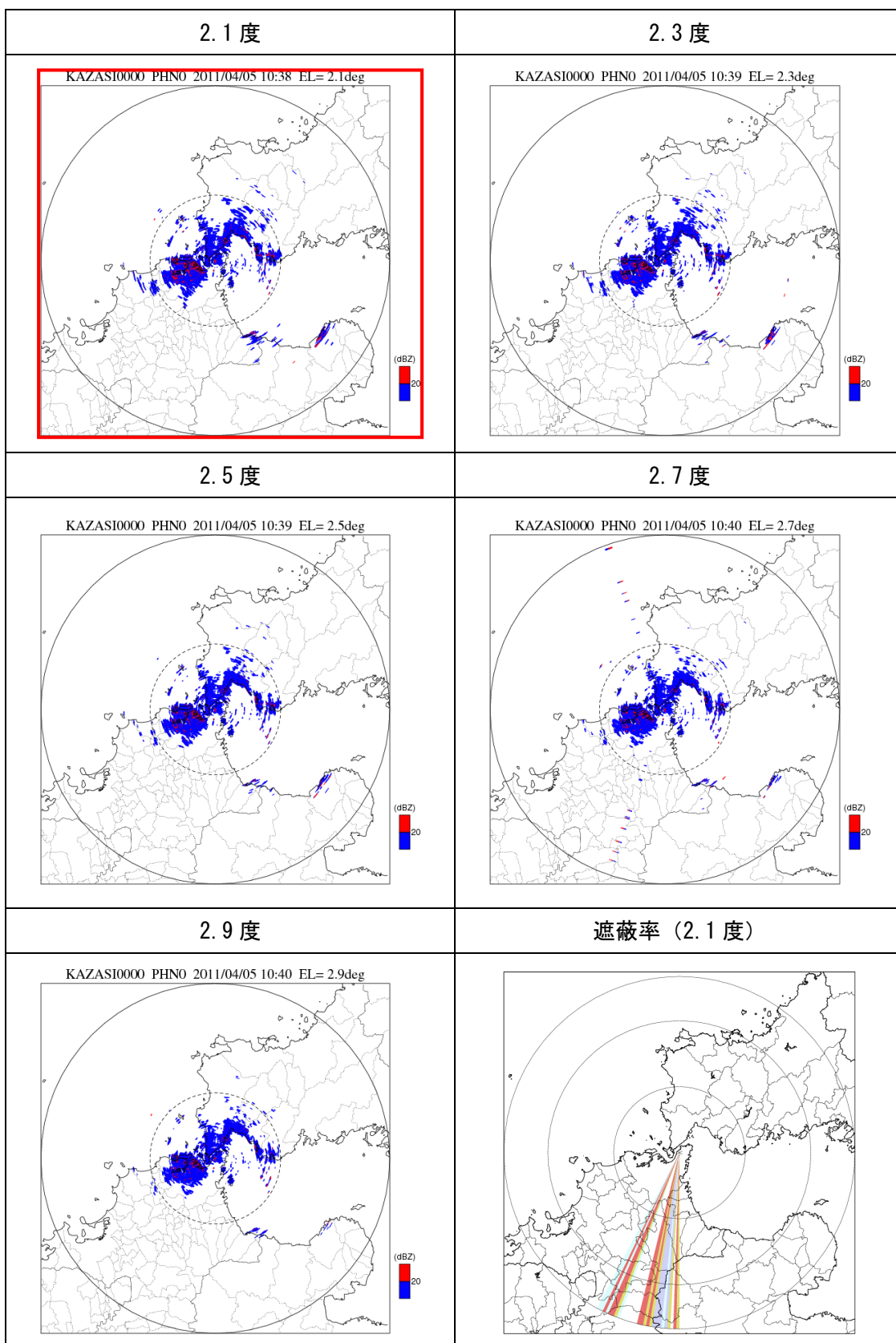


図 3.94 風師山局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

### 3章2節26項 桜島局の仰角設定

桜島局の低仰角の最大仰角は 1.7 度、高仰角の最大仰角は 2.6 度である。図 3.95 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。低仰角、高仰角の最大仰角に加え、北北西方向（桜島方向）の遮蔽が解消される仰角 4.0 度、仰角 6.0 度の遮蔽状況を併せて示している。

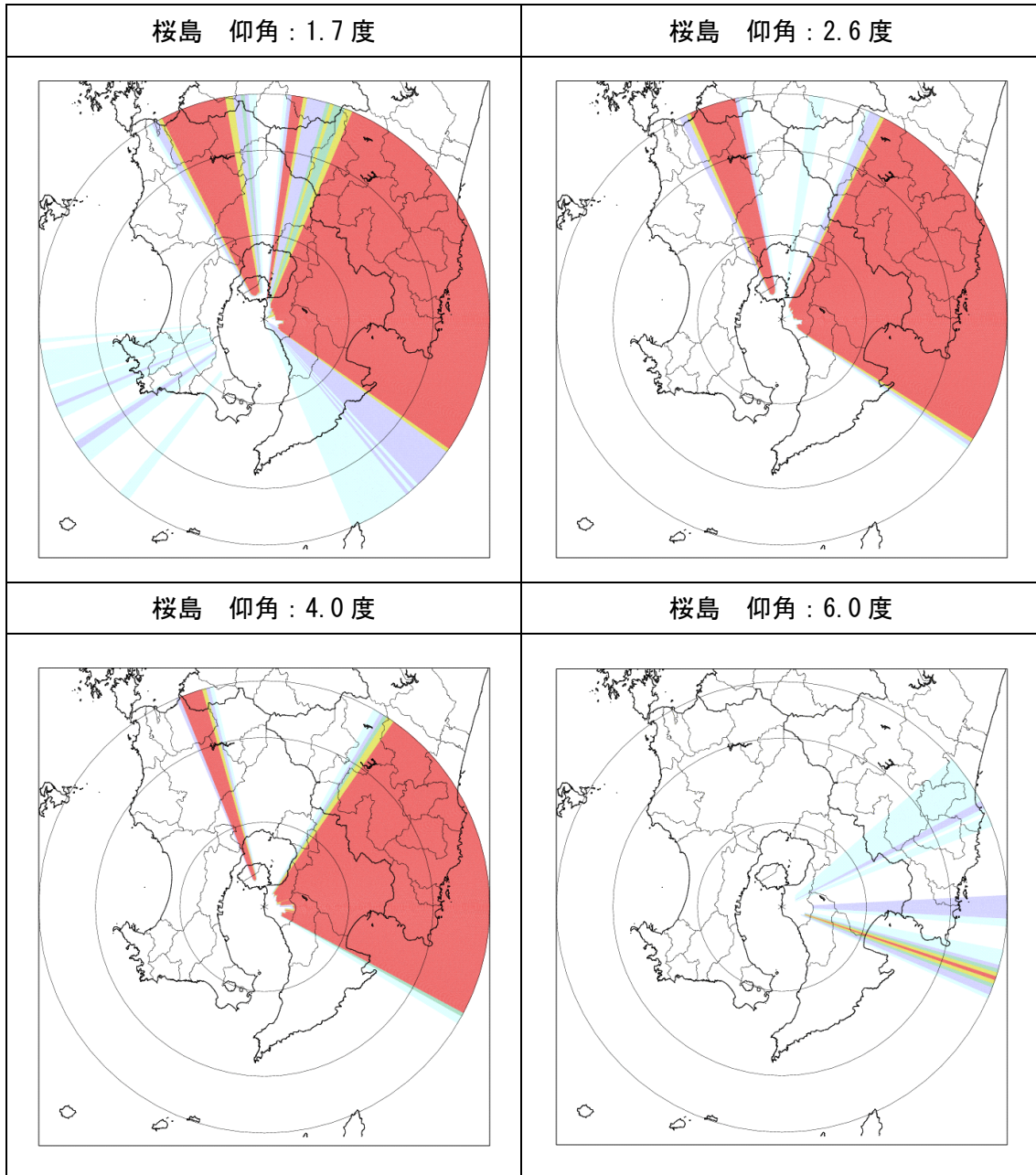


図 3.95 桜島局の遮蔽状況



桜島局は、遮蔽状況のシミュレーションより低仰角の最大仰角 1.7 度を  $\theta 0$  とし、北北西方向（桜島方向）の遮蔽を解消するため、レーダから 30km の地点で観測高度が 3.2km とする仰角 6.0 度を  $\theta 1$  とした。図 3.96～図 3.99 は観測仰角の  $\theta 0 \pm 1$  度、 $\theta 1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子（Zh-NOR）である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグランドクラッタ領域が確認され、仰角を下げるできないためグランドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

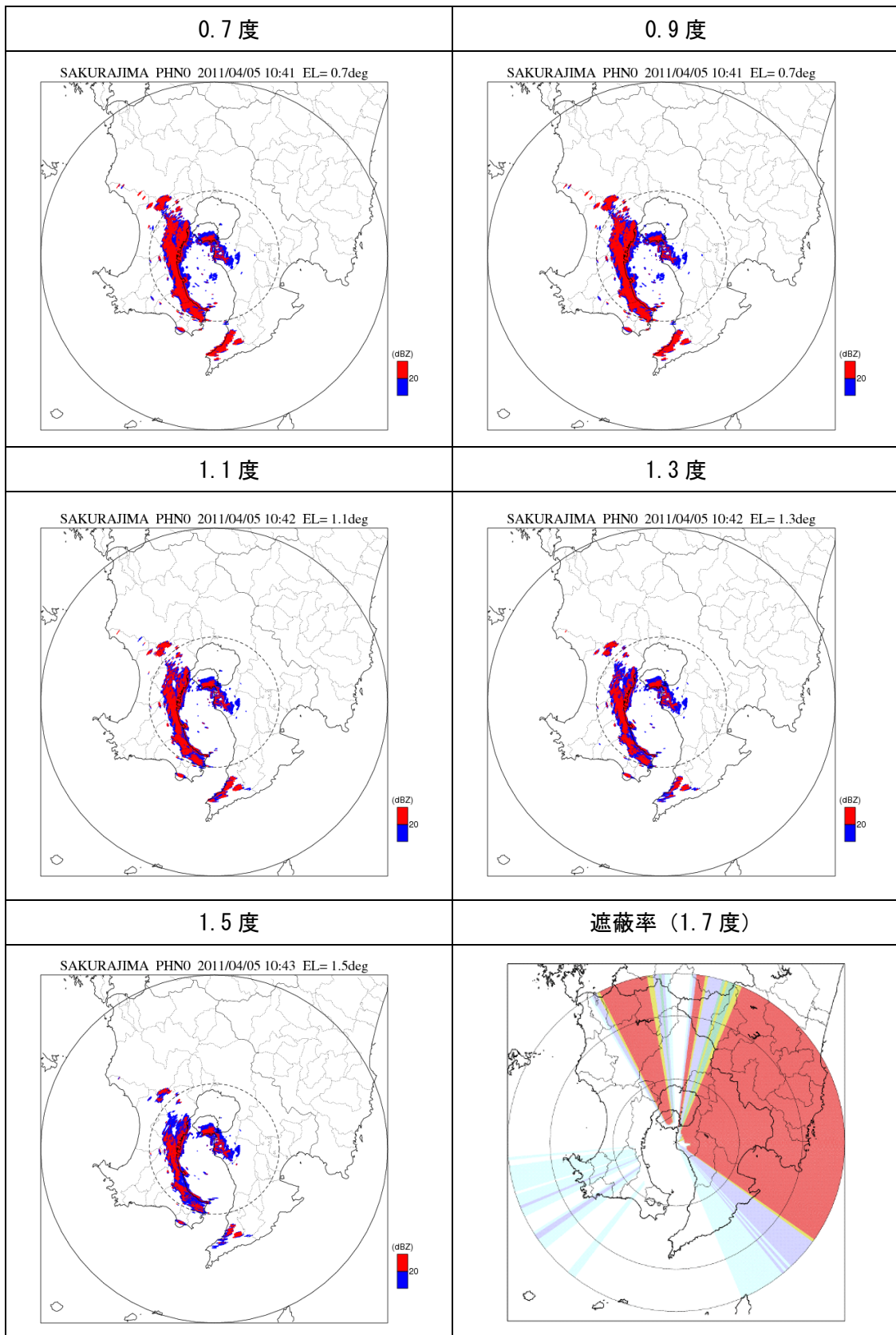


図 3.96 桜島局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

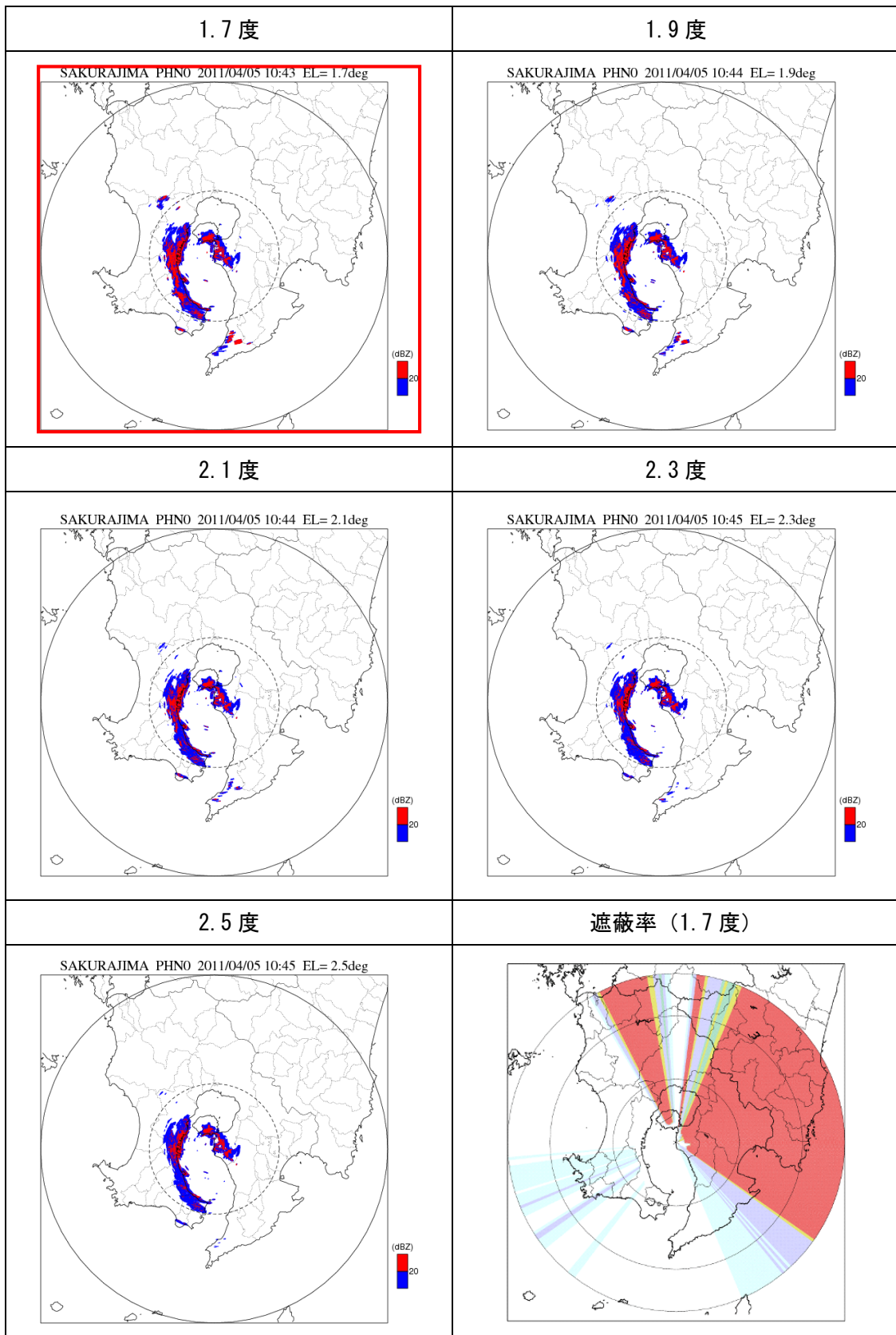


図 3.97 桜島局 ( $\theta 0 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

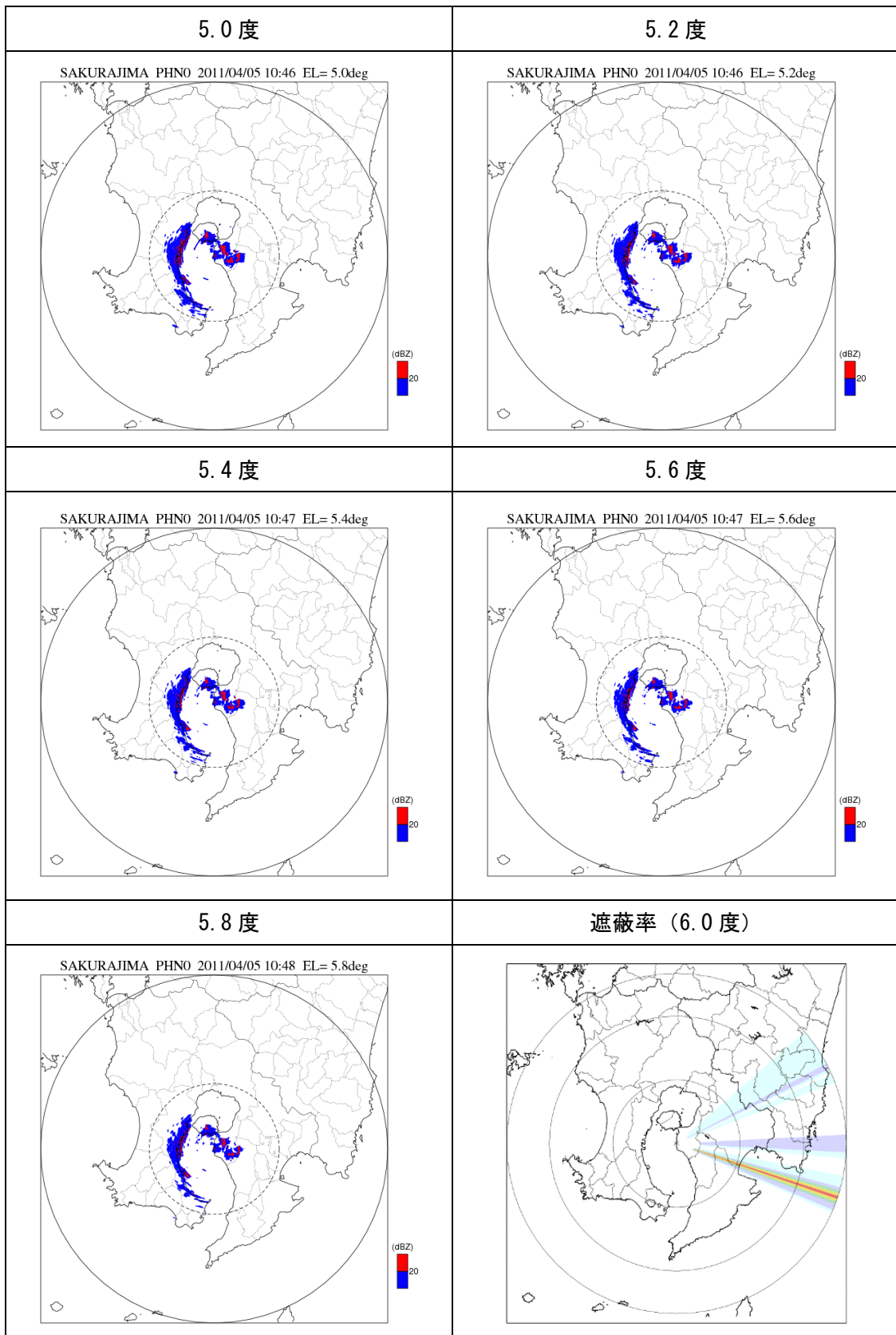


図 3.98 桜島局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

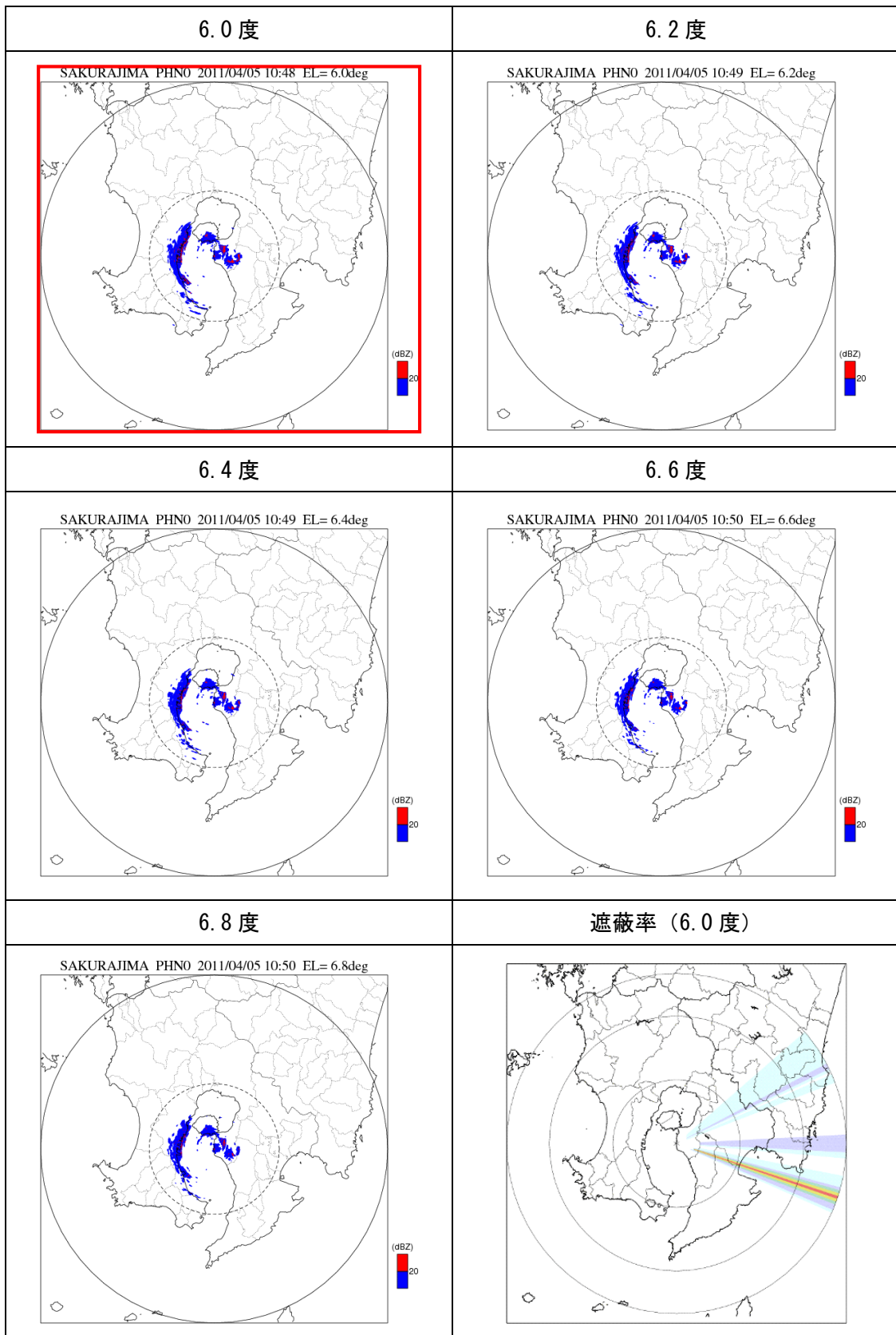


図 3.99 桜島局 ( $\theta 1 \pm 1$  度) のグランドクラッタ出現状況

### 3章2節27項 中ノ口局の仰角設定

中ノ口局の低仰角の最大仰角は 1.7 度、高仰角の最大仰角は 3.2 度である。図 3.100 は、シミュレーションによる遮蔽状況である。

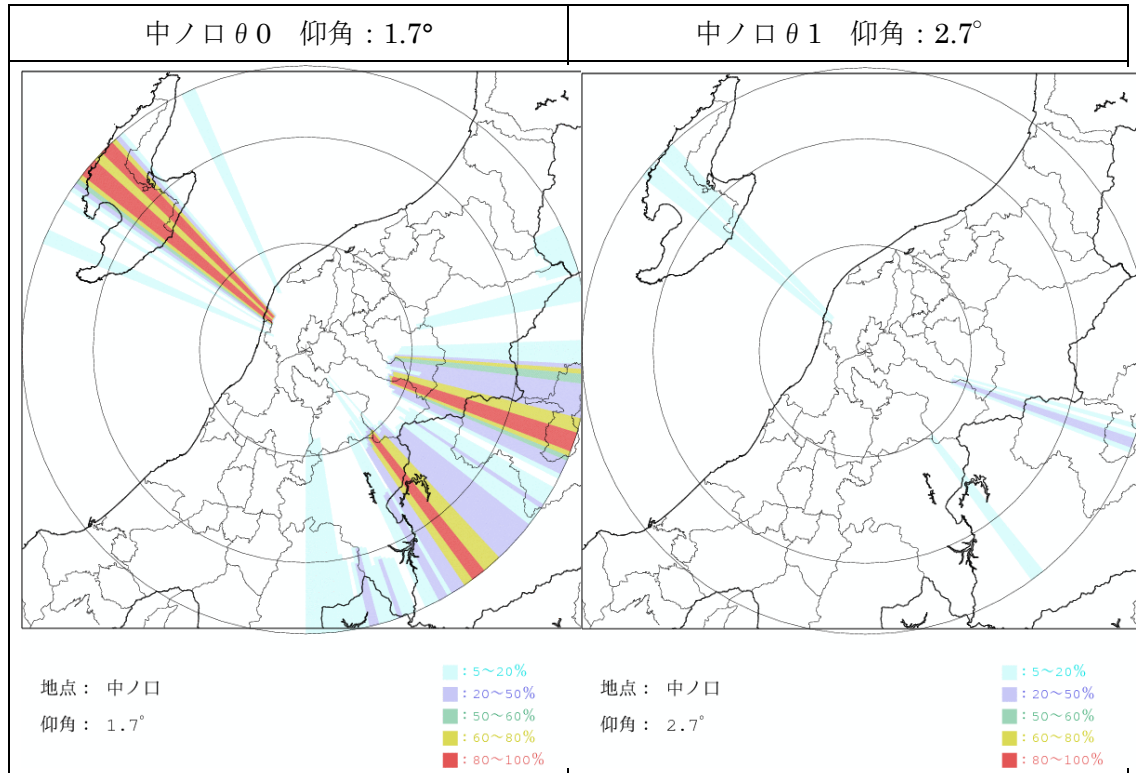


図 3.100 中ノ口局の遮蔽状況

中ノ口局は、遮蔽状況のシミュレーションより 50%以上の遮蔽域が観測範囲に存在しないことから低仰角、高仰角の最大仰角 1.2 度、2.7 度を  $\theta 0$ 、 $\theta 1$  として設定した。図 3.101～図 3.102 は  $\theta 0 \pm 1$  度、 $\theta 1 \pm 1$  度の仰角で観測したレーダ反射因子 (Zh-NOR) である。いずれの仰角も半径 30km 以内に 20dBZ 以上のグランドクラッタ領域が確認でき、仰角を下げる事ができないためグランドクラッタを考慮した仰角の調整は行われていない。

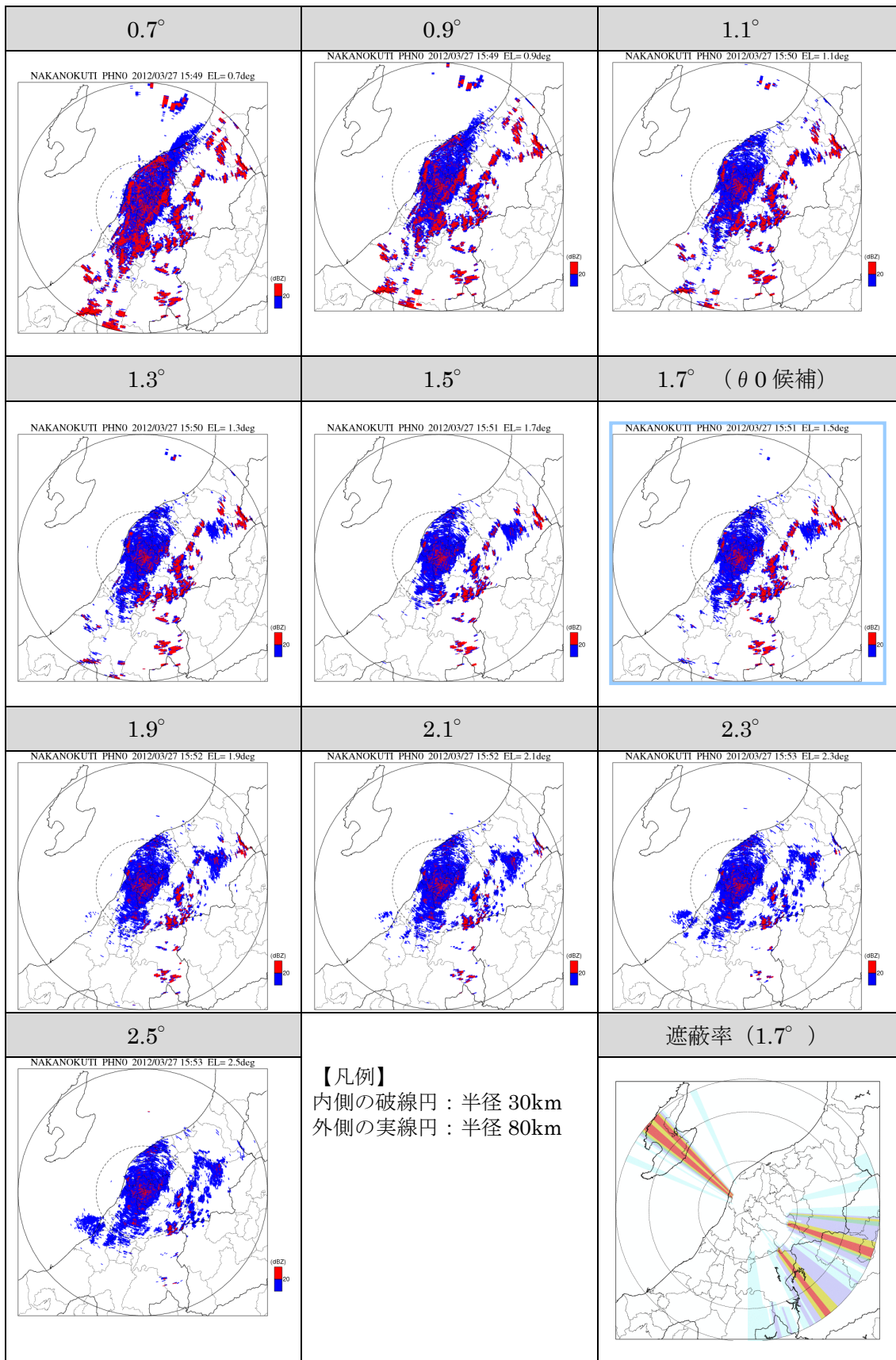


図 3.101 中ノ口局 (θ0±1度) のグランドクラッタ出現状況

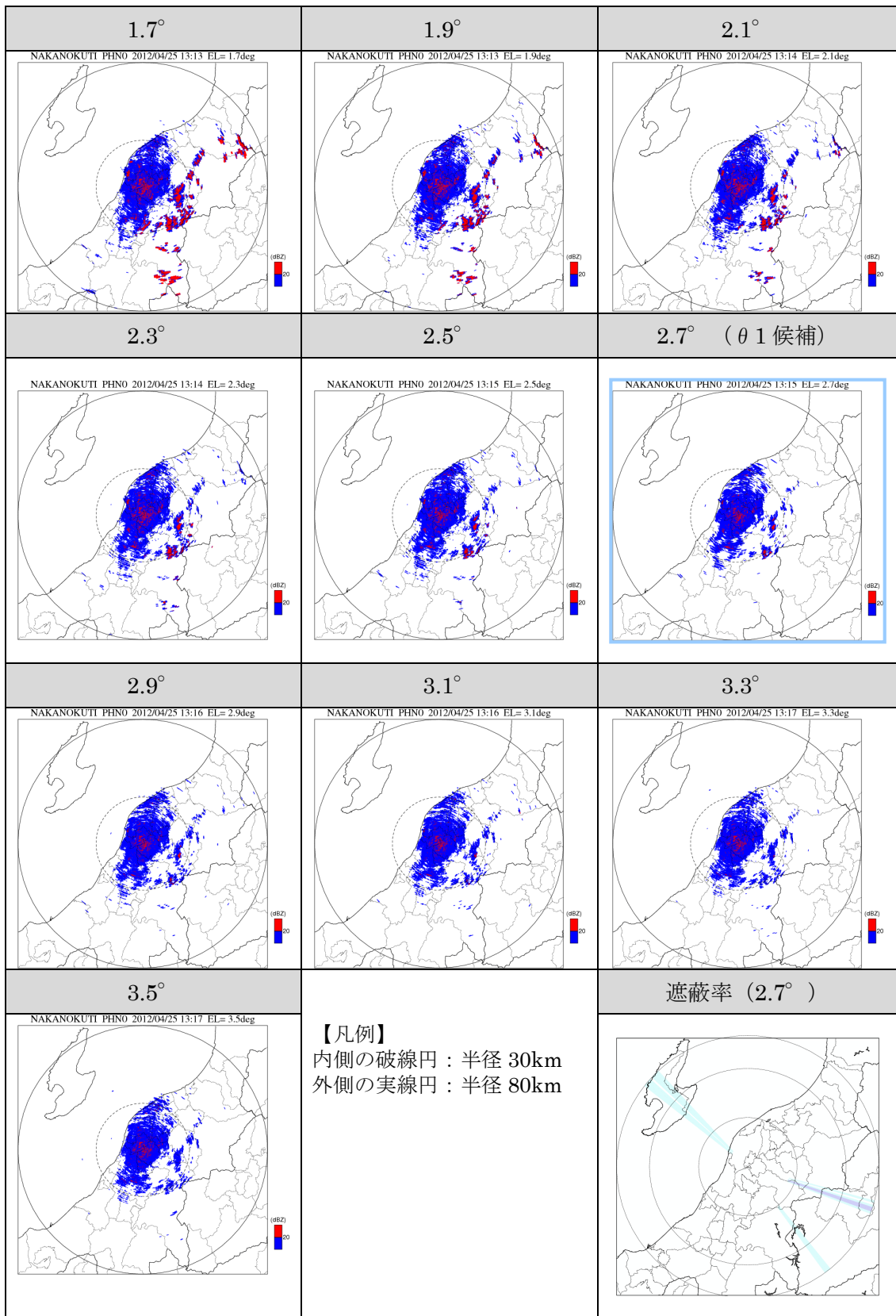


図 3.102 中ノ口局 (θ 1±1 度) のグランドクラッタ出現状況



### 3章3節 まとめ

2010年4月初旬において、レーダ雨量画像に不自然な箇所が複数見られた（1章1節）。この原因の一つとして、観測仰角が低く設定されていたためグラウンドクラッタが混入しやすいことであると考えられ、観測仰角の設定検討が行われた。

検討の結果、観測仰角は2仰角を設定することとした。2仰角の内、低仰角はレーダより半径30km以内の観測高度が1000m以下、高仰角は半径30km以内の観測高度が1500m以下となる仰角として、半径30km以内の20dBZ以上のグラウンドクラッタの有無を踏まえ設定することを基本とした。

個別レーダの仰角設定の検討においては、上記の設定方法を基本とすることに加え、遮蔽状況を改善する観点も踏まえ仰角が設定されている。そのため、一部のレーダでは、高仰角に対して、例外設定や微調整が行われている。また、遮蔽判定閾値の変更が行われ、遮蔽状況の改善が図られている。低仰角については、特に例外設定や微調整等を行われずに試験運用が開始されているが、低仰角の観測が遮蔽等により大部分が観測不能領域となっているレーダは、試験運用の開始後に低仰角の見直しが行われている（10章5節）。表3-1は観測仰角の見直しも反映した観測仰角の設定状況の一覧である。

本章での検討結果を仰角の設定手順として付録Cに整理している。

表 3-1 観測仰角一覧

	$\theta$ [° ]	$\theta_1$ [° ]
関東	1.4	2.4
新横浜	1.7	2.6
尾西	1.7	2.6
鈴鹿	1.7	2.6
安城	1.7	2.7
六甲	0.1	1.0
葛城	0.1	1.1
田口	1.6	2.5
鷲峰山	0.4	1.4
水橋	1.7	3.6
能美	1.7	3.6
一迫	1.7⇒2.4(H24～)※1	3.2
一関	1.7⇒2.4(H24～)※2	2.9
熊山	0.8	1.7
常山	1.1	2.1
牛尾山	0.2	1.4
野貝原	0.3	1.5
菅岳	0.6	1.5
九千部	0.2	1.1
風師山	1.2	2.1
古月山	1.3	2.3
桜島	1.7	6.0
静岡北	1.6※3	4.0
富士宮	1.4※4	3.3⇒4.0(H24 後～)
香貫山	1.4⇒2.2(H24 後～)※5	3.3
京ヶ瀬	1.7	3.2
中ノ口	1.7	2.7

※1 H23 年度は 1.7,2.4,2.6,3.2 の 4 仰角運用

※2 H23 年度は 1.7,2.4,2.6,2.9 の 4 仰角運用

※3 H23 年度は 1.6,4.0,3.1,3.6 の 4 仰角運用

※4 H23 年度は 1.4,3.3,4.0,5.0 の 4 仰角運用

※5 H23 年度は 1.4,3.3,2.2,3.0 の 4 仰角運用