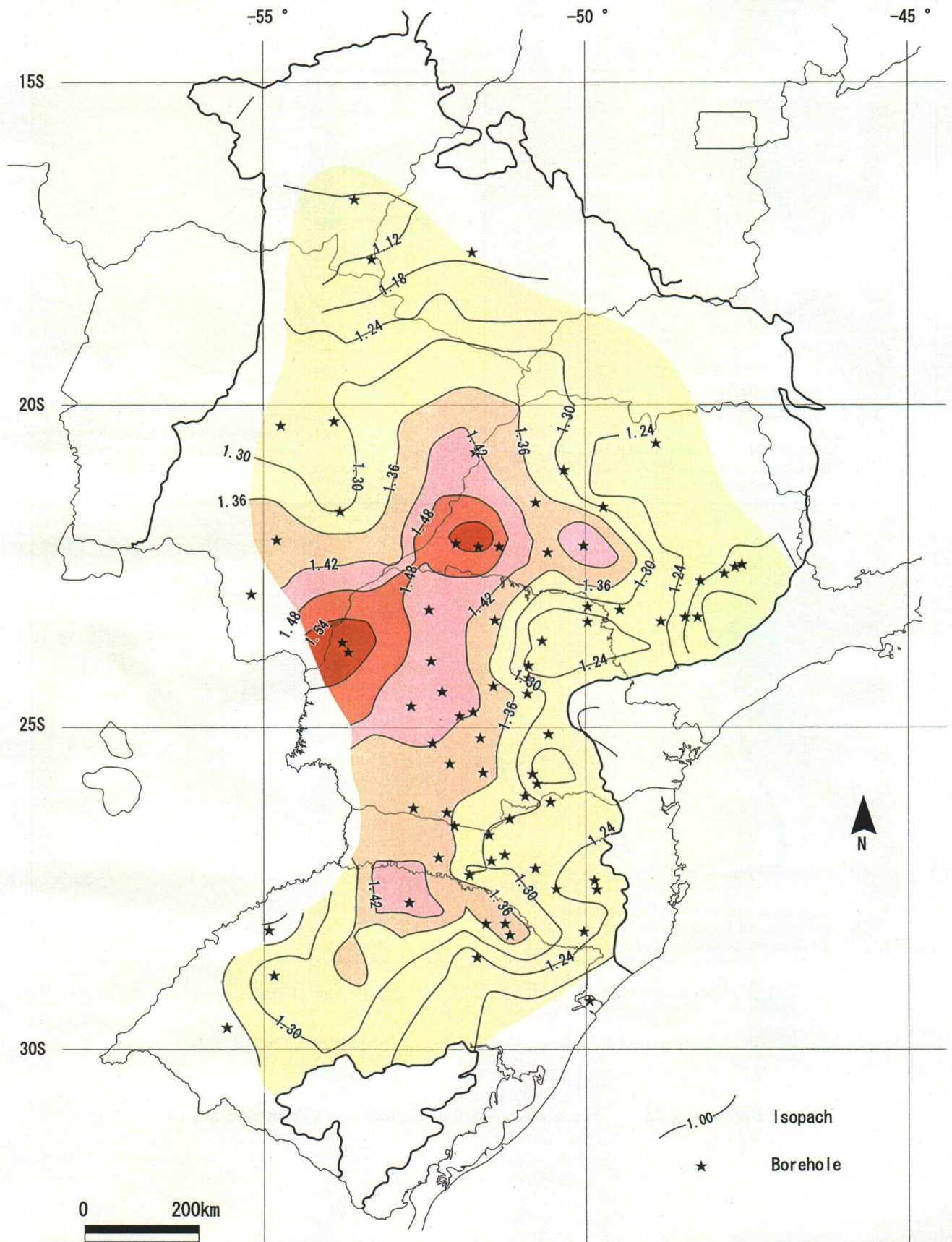


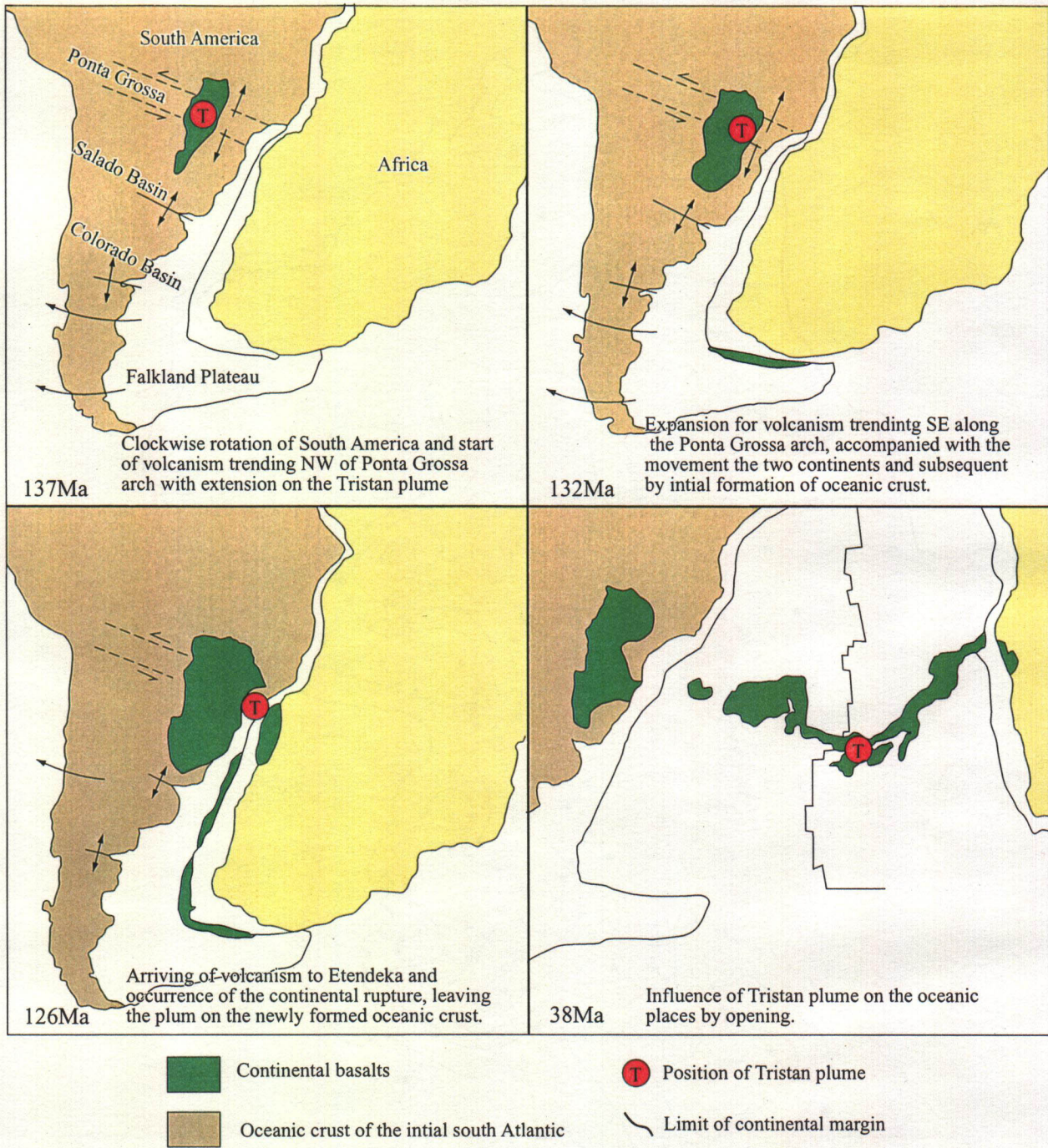
Fig. II-1-4-21 Accumulated thickness of sills, modified from Zalan et al, (1986)  
(M.C.L. Quintas, 1995)





**Fig. II-1-4-22 Iso-attenuation map of the second distensible event after the simulation of erosion (296 Ma) (M.C.L. Quintas, 1995)**





**Fig. II-1-4-23 Sense of rapture of Gondwana (Turner et al., 1994)**



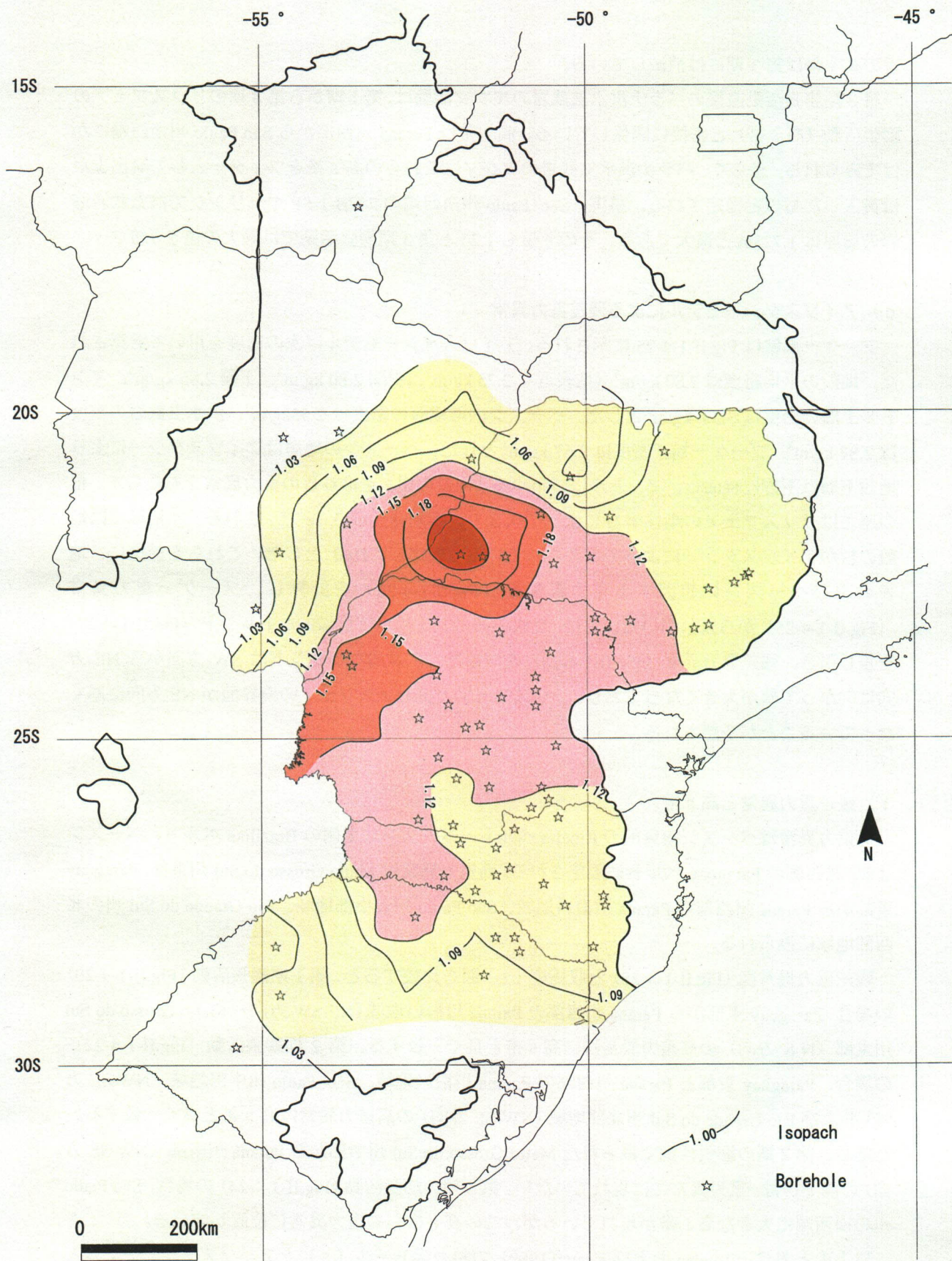


Fig. II-1-4-24 Iso-attenuation map of the third distensible event after the simulation of erosion (144 Ma) (M.C.L. Quintas, 1995)



近の高 $\epsilon$ 帯は第3期には消滅している。

第3期膨張活動直後のパラナ洪水玄武岩のマグマ活動は、第1期から第3期のリソスフェアの膨張活動（高 $\epsilon$ 帯）と密接に関係している。高 $\epsilon$ 帯はParaná州西部からSão Paulo州南西端にかけてみられる。恐らく、パラナ洪水玄武岩のマグマはこれらの高 $\epsilon$ 帯をフィダーとして噴出または貫入したものと推定される。事実、São Paulo州南西端の2-CB-1-SPボーリングでは玄武岩溶岩の層厚は1,723mと最大である。その $\epsilon$ 値も1.26と第3期膨張活動では最大の値を示す。

### c) アイソスタシーモデルによる残差重力異常

ブーゲー異常はFig.II-1-4-25に示される。アイソスタシーモデルは次の密度を用いて計算された。地殻の平均密度は $2.80 \text{ kg/m}^3$ （地表近く $2.75 \text{ kg/m}^3$ 、中間 $2.80 \text{ kg/m}^3$ 、下層 $2.85 \text{ kg/m}^3$ 、マントル上層の密度は $3.33 \text{ kg/m}^3$ とした。ベースン内堆積層の密度は $2.55 \text{ kg/m}^3$ 、洪水玄武岩の密度は $2.87 \text{ kg/m}^3$ 、ブーゲー補正密度は $2.67 \text{ kg/m}^3$ とした。ベースンの地層はアイソスタシーにより地殻下層は下方に凸曲し、マントルにいわゆる「地殻の根」をはり負の重力異常をもたらす。根の厚さはリソスフェアの剛性率Dによって決まり、実効弾性厚さ $T_e$ で示される。本地域では地殻の根がアイソスタシーによって支えられていると仮定し、 $D=0$ とした。これらを前提に、地表およびベースンに起因する重力異常等（Fig.II-1-4-26）を計算し、ブーゲー重力異常（Fig.II-1-4-25）から差し引いた。更に、2次の多項式を用いて広域的なトレンド（Fig.II-1-4-27）を差し引き、残差重力異常（Fig.II-1-4-28）を求めた。広域的なトレンドはSW方向からNE方向に向かって値が大きくなっており、リソスフェアとアセノスフェアの境界面がNE方向に厚くなっていることが予想される。

### 1) 残差重力異常と高 $\epsilon$ 帯

低重力異常はベースン南東部のRibeiraベルト、ベースン北東側のBrazilianベルト、ベースン北側・北西側のParaguayベルトに限定される。高重力異常はMatto Grosso do Sul州東部、Paraguay東部からParaná州西部のParaná川沿い地域、São Paulo州の中部地域、Rio Grande do Sul州の北西部地域にみられる。

残差重力異常図（Fig.II-1-4-28）と収縮率（ $\epsilon$ ）図を比較すると、第1期膨張活動（Fig.II-1-4-20）の場合、Paraguay東部からParaná州西部のParaná川沿い地域（NE-SW方向）、Matto Grosso do Sul州東部（N-S方向）の高重力異常は、高 $\epsilon$ 帯と良く一致する。第2期膨張活動（Fig.II-1-4-22）の場合、Paraguay東部とParaná州西部のParaná川沿い地域、São Paulo州中部地域（NW-SE方向）およびRio Grande do Sul州北部地域（NW-SE方向）の高重力異常は高 $\epsilon$ 帯と良く一致する。ただし、第2期の膨張活動でみられたMatto Grosso do Sul州中部からParaná州南部（NW-SE方向）の高 $\epsilon$ 帯は、重力異常には現れていない。第3期の膨張活動（Fig.II-1-4-24）の場合、São Paulo州の南西端に大きな高 $\epsilon$ 帯が現れているが、この高 $\epsilon$ 帯も高重力異常に位置している。

以上のとおり、RoydenおよびKeen（1980）の熱力学モデル（ $\epsilon$ ）とアイソスタシーモデルという独立した2種類の方法を用いて、パラナベースンの基盤構造を解析した結果、高重力異常と高 $T_e$ 帯が非常に良く対応することが明らかとなった。



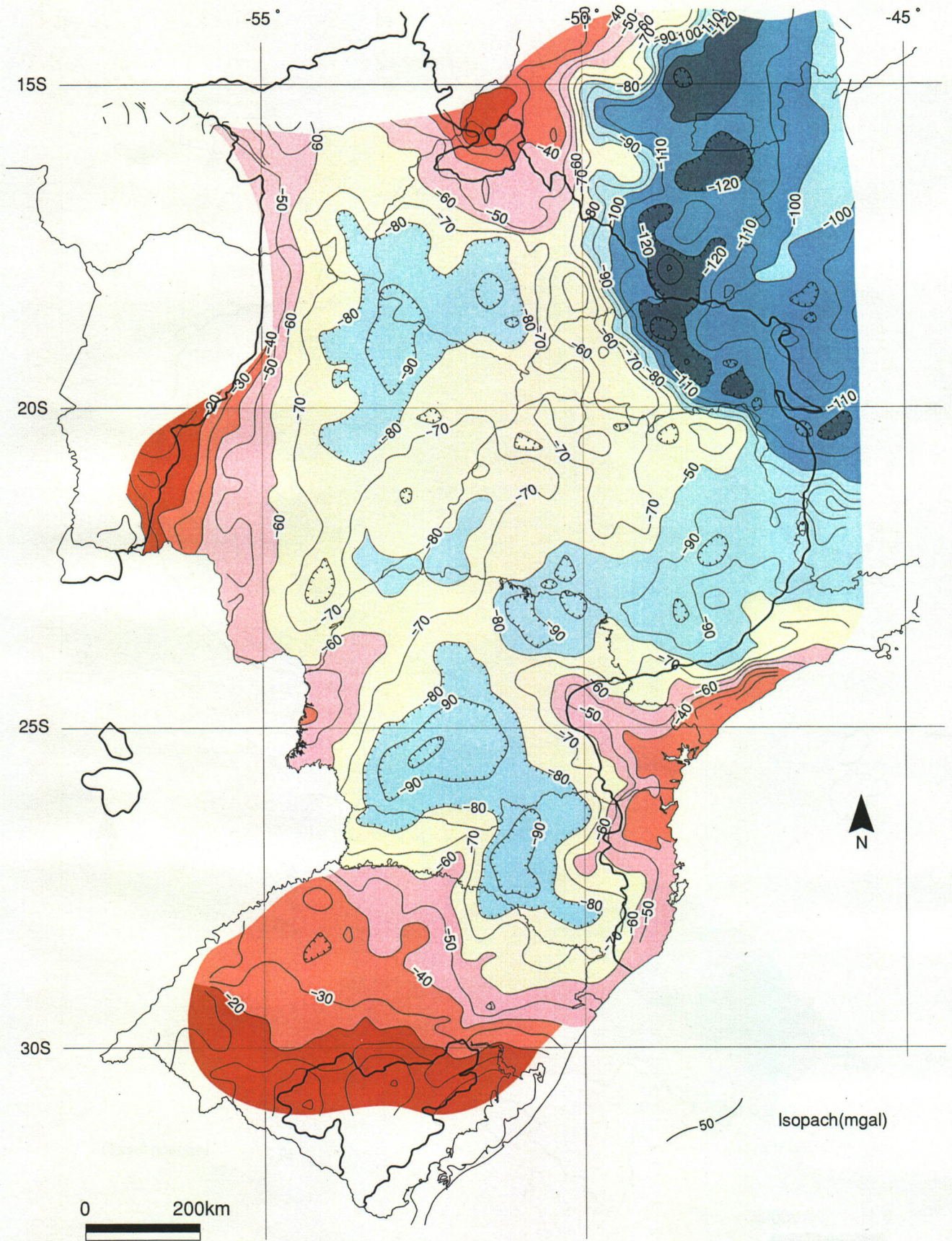
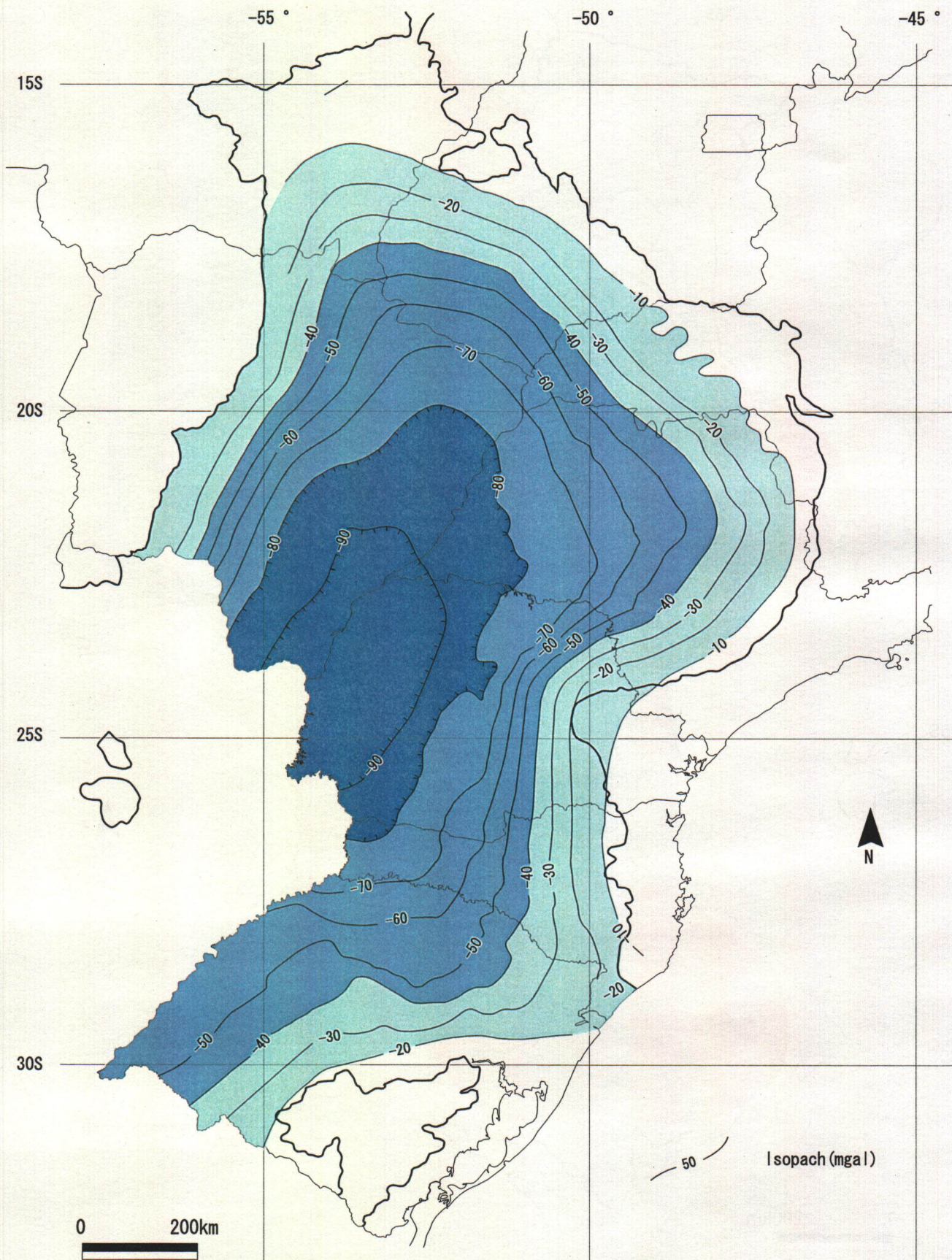


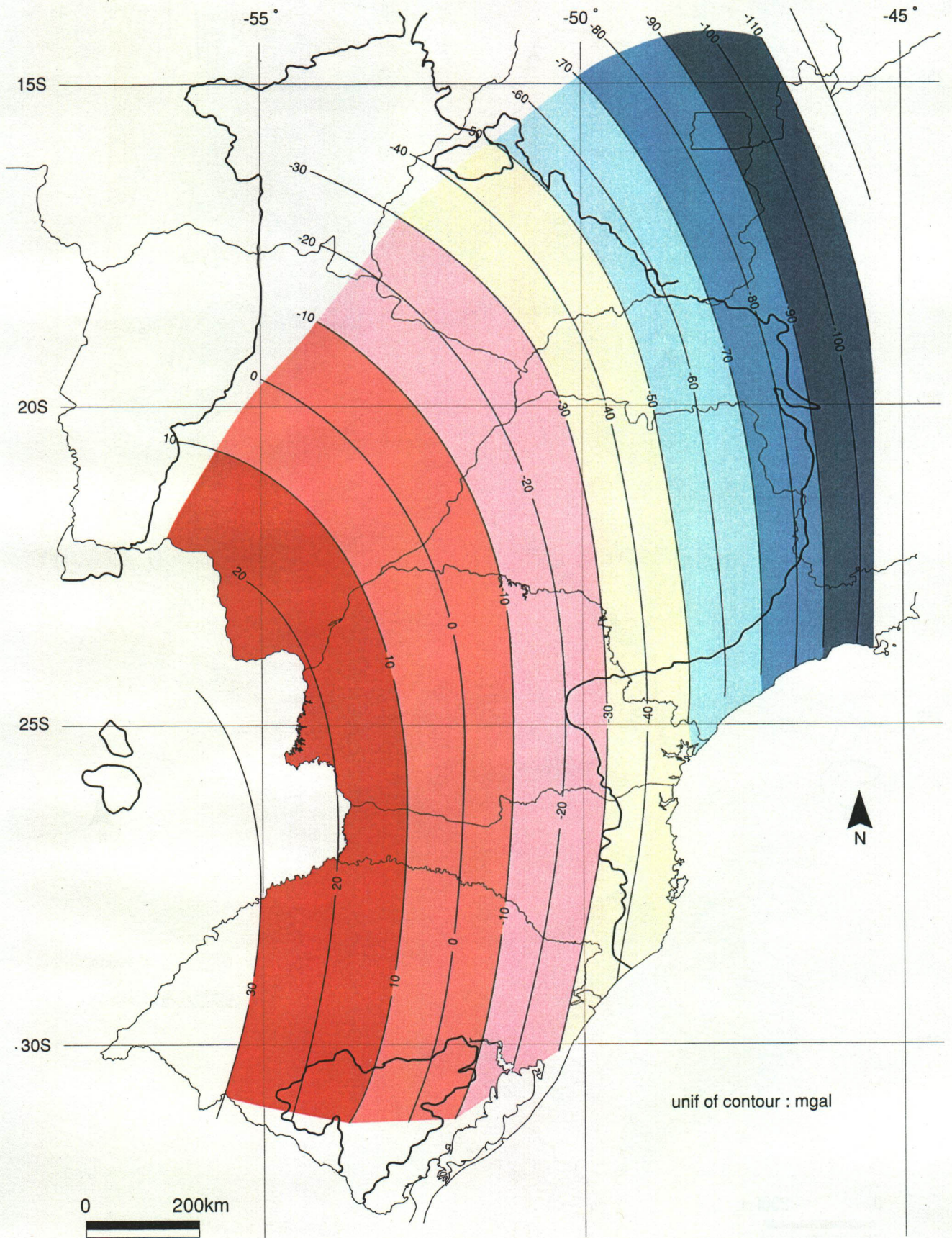
Fig. II-1-4-25 Bouguer anomaly calculated from observed data (M.C.L. Quintas, 1995)





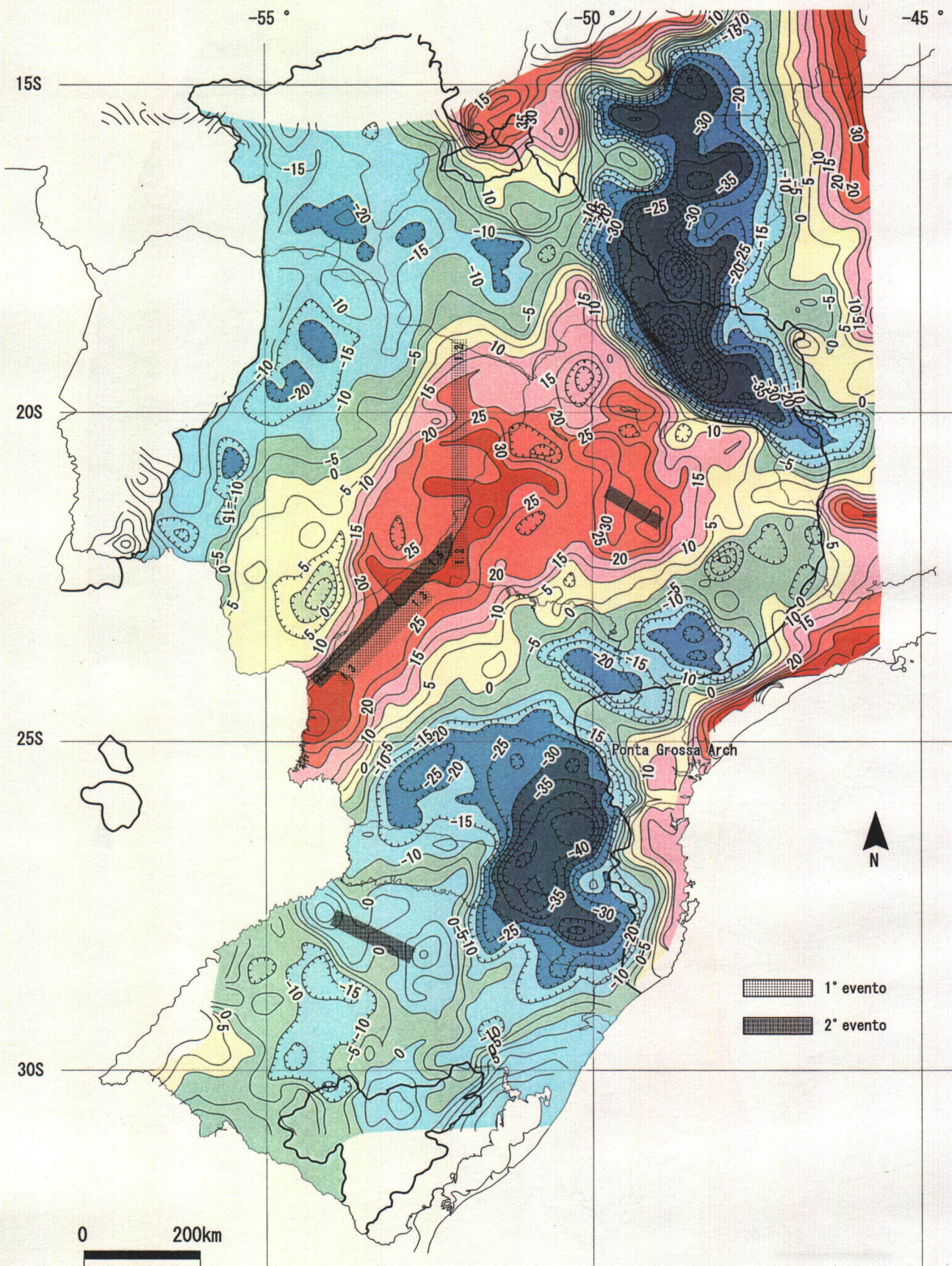
**Fig. II-1-4-26 Anomaly calculated due to the Paraná basin, considering anomalies generated by sediments, igneous rocks, sills and "root" (M.C.L. Quintas, 1995)**





**Fig. II-1-4-27 Gravimetric trend anomaly generated by the second order polynomial (M.C.L. Quintas, 1995)**





**Fig. II-1-4-28** Residual anomaly subtracted the second order trend anomaly from the Bouguer anomaly indicating zones of major attenuations related with two distensible events (M.C.L. Quintas, 1995)



## 2) 残差重力異常と地質構造区

細長く N-S 方向に延びた低残差重力異常は Paraguay ベルトと一致する (Fig.II-1-4-28, Fig.II-1-4-30)。ベーズン北東部には大きな低重力異常 (Goiania 暁曲部) がみられる。これは Brazilian ベルトの一部であり、Goias マッシフとの大陸縫合線の存在を示唆している。パラナベーズン北部の Goias マッシフ、Amazon クラトン、Rio de La plata クラトンは沈み込み帯でのマルチコリジョンによって形成されたと推定されている (Fig.II-1-4-29)。またパラナベーズンの北西部、中部、東部では NE-SW 方向のほぼ平行に配列する低重力異常がみられる。これらの低重力異常はコリジョンの進行とともに形成された、長さ 150 km から 400 km の地殻セグメントとみられることもできる。以上、基盤岩の形成過程は、マンツルの膨張・冷却に起因するパラナベーズンの形成に大きな影響を与えたことは明らかである。

Paraná 州中部の高重力異常 (第 2 期膨張活動の高  $\epsilon$  帯) は Brazilian ベルトの南西側に位置し、NW-SE 方向の Tiete 構造線と一致し、洪水玄武岩の噴出口のひとつであったと推定される。Tiete 構造線は Goiania 暁曲部南西縁の構造方向と一致しており、この高重力異常には Brazilian ベルトの構造的な影響が予想される。

パラナベーズン中央部の Paranápamera クラトンは、南東部で Jacuting 断層、北東部で Goiania 暁曲部、北西部で Oeste de Goias arch によって境界されており、原生代中期-後期の地殻セグメントと推定される。

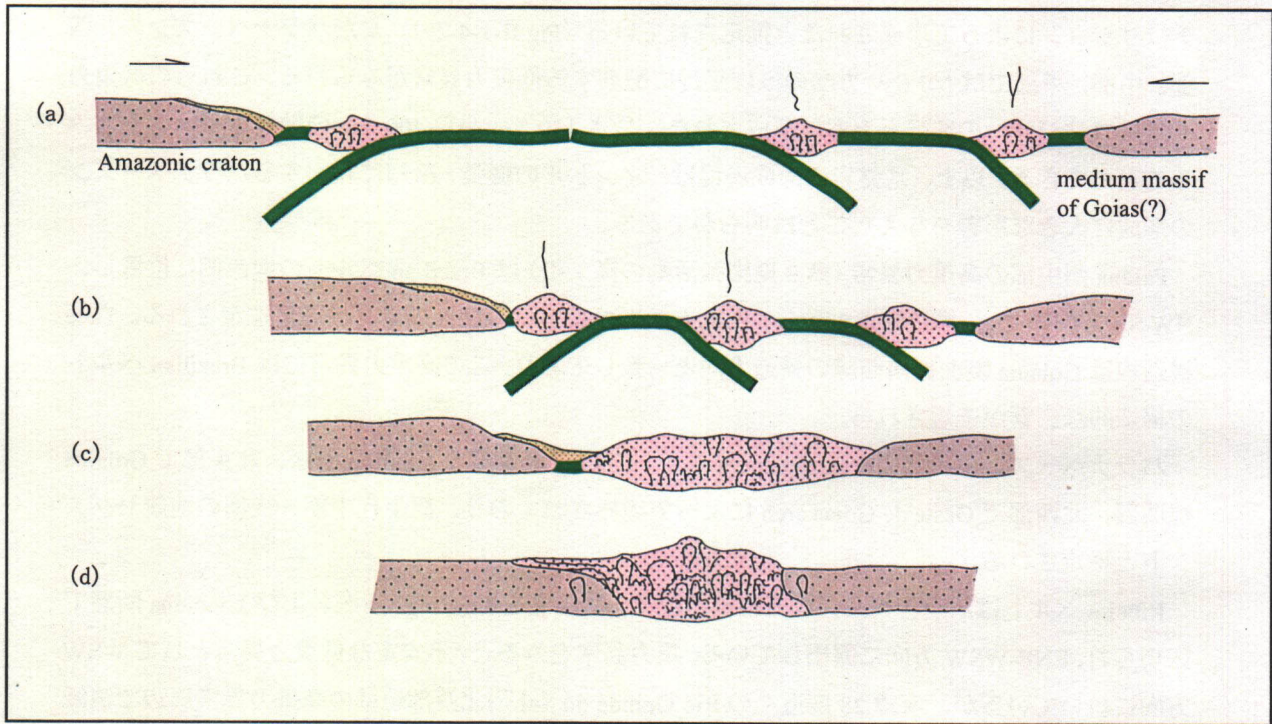
Ribeira ベルトはパラナベーズン東縁部に位置し、南北を Jacutinga 断層および Lancinha 断層で区切られ、ENE-WSW 方向に露出している。重力異常をみると、不安定な低重力異常として WSW 方向に続いているが、南緯 28 度近くの Rio Grande do Sul 州北西部地域の高重力異常周辺で消滅している。Ribeira ベルトは地震探査でもその存在が確認されている。

Ribeira ベルト南東部の大きな円形の低重力異常はパラナ洪水玄武岩の一部を構成する酸性火山岩層に起因するものである。

南緯 28° 近くの Rio Grande do Sul 州北西部地域の WNW-ESE 方向の高重力異常 (高  $\epsilon$  帯) は Ribeira ベルト、パラナ Pamera ブロックと Rio de La Plata クラトンを境する Torees-Posadas 構造線と一致する。あるいは、この高重力異常はこれら 3 つの構造区の合流点である。この高重力異常がある地域には、噴出中心を予想させる多孔質な玄武岩が分布し玄武岩中に顕著な自然銅の鉱化作用もみられる。

Ponta Grossa arch は Curitiba マクロプレートと Ribeira ベルトに位置する。Usami et al. (1991) によると、アーチ周辺の  $\beta$  値は 1.1~1.25 と大きな値を示さない。 $\beta$  値が比較的小さいのは洪水玄武岩活動がリソスフェアの大きな収縮を伴わないことによる。NW-SE 方向の多数の貫入岩は南大西洋の開口により形成されたものであると推定されている。Ponta Grossa arch と同じような構造は、アルゼンチンの Salado ベーズンおよび Colorado ベーズン (Fig.II-1-4-23)、São Paulo 州中部、Paraná 州北西部、Rio Grande do Sul 州北西部地域、Rio Grande do Sul 州南部地域 (Sao Gaburiel)、Paraguay 東南東部でもみられ、多数の岩脈、シル群と高重力異常で特徴づけられる。

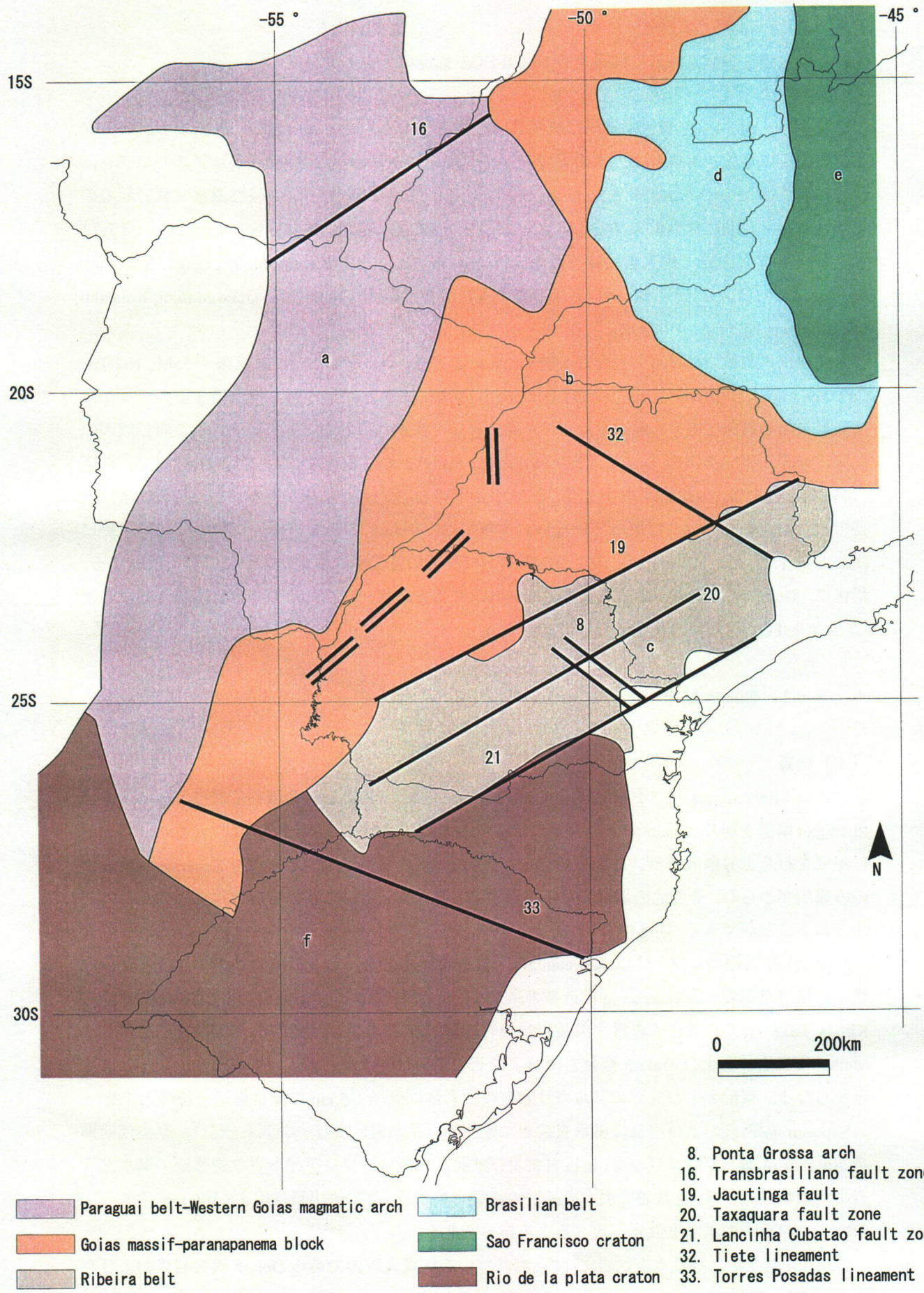




**Fig. II-1-4-29 Hypothetical model for geotectonic evolution of segments adjacent to Paraguay belt, inferred by geological observations in south western Goiás region (extracted from Pimental and Fuck, 1995)**

This evolution can be subdivided into 4 stages: (a) establishment of volcanic arches with the extrusions of tholeiitic basalts and subsequent by intrusions of gabbroic-dioritic bodies; (b) extrusion of calc-alkalic volcanic sequences and intrusions of small bodies equivalent to the compositions; (c) Joining of two arches with intrusions of granitic and basaltic bodies; (d) Collision and joining continental masses and subsequent by granitic intrusions. post tectonic erosions and formation of





**Fig. II-1-4-30 Tectonic provinces of basement rocks and lineaments inferred from residual gravimetric anomalies (M.C.L. Quintas, 1995)**