

2.5 カルデラ形成噴火堆積物の噴出量

【実施内容】

カルデラ形成を伴う大規模噴火の噴出量は、長期的噴火予測、噴火の活動度評価、地球物理学的・岩石学的な定量的評価を行うための重要な基本パラメータの1つであり、マグマ噴出量-時間階段図の高精度化のためにも重要である。平成27年度は、阿蘇4火砕流堆積物及び十和田八戸火砕流堆積物、平成28年度は、始良入戸火砕流堆積物及び十和田毛馬内火砕流堆積物、平成29年度は、洞爺火砕流堆積物、屈斜路IV火砕流堆積物及び屈斜路I火砕流堆積物を対象に、噴火直後の復元分布図と噴出量推定を行った。これらの噴出量には、降下テフラは含まれておらず、総噴出量を求めるためには、火砕流に伴う降下テフラの噴出量の推定が必要となる。今年度は、上記の内、比較的影響が大きいと思われる阿蘇4噴火、始良Tn噴火、洞爺噴火に伴う降下テフラの噴出量を推定した。推定に当たっては、既存の陸域及び海域の降下テフラの情報を収集し、新たに等層厚線図を作成した上で、降下テフラの噴出量と、総噴出量を推定した。阿蘇4降下テフラの体積は、**590~920 km³ (240~370 km³DRE)**と推定され、火砕流堆積物と合わせた阿蘇4噴火の総噴出量は、**840~1,640 km³ (380~790 km³DRE)**となった。始良Tn降下テフラの体積は、440 km³ (180 km³DRE)と推定され、火砕流堆積物と合わせた始良Tn噴火の総噴出量は、**940~1,040 km³ (380~430 km³DRE)**となった。洞爺降下テフラの体積は、150 km³ (60 km³DRE)と推定され、火砕流堆積物と合わせた洞爺噴火の総噴出量は、**230~310 km³ (100~140 km³DRE)**となった。

【研究成果】

(1) 阿蘇4

約89kaの阿蘇4噴火に伴う降下テフラについて、既存の文献から、陸域及び海域の降下テフラの位置、層厚を集め整理した(表2.5-1)。阿蘇4降下テフラは、Albert et al. (2018), Smith et al. (2013)の水月湖の降下テフラ、Aoki (2008), Furuta et al. (1986), 中嶋ほか (1996), 新井ほか(1981), 新井・町田 (1983), 清水ほか (1997), 町田ほか (1985), 青木ほか (2000), 青池 (2010)の海底の降下テフラ、檀原ほか (2010), 竹村・横山 (1989)の琵琶湖の湖底の降下テフラ、町田ほか (1985), 長橋ほか (2007)の陸域の降下テフラの文献データを使用した。

位置情報と層厚データを、GISソフト(ArcGIS)上にプロットした上で、等層厚線図(1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 cm)を作成した。阿蘇4降下テフラの分布の特徴として、北海道北東部に層厚15 cmのデータが数点あり、それらは本州付近のデータに比べて厚い傾向があることが挙げられる。北海道北東部のデータを活かし、比較的広い範囲を囲むように作成した等層厚線図が、図2.5-1である(最大ケース)。一方、北海道北東部のデータは異常値として等層厚線図には反映せず、その他のデータを活かして作成した等層厚線図が、図2.5-2である(最小ケース)。各等層厚線が占める面積をGISソフトで計算し、区間積分法(宝田ほか, 2001)で体積を推定した。

最大ケースでは、16 cmと64 cmで区切り、グラフ上で直線近似できる3つの領域に区分して体積を求めた(図2.5-3)。火口近傍は、現在の阿蘇カルデラの面積($5.3 \times 10^8 \text{ m}^2$)まで、遠方は、 10^{14} m^2 の領域まで計算した。カルデラ縁での層厚は、64 cmと128 cmの等層厚線のデータの傾向を外挿し、約3mとした。その結果、遠方から16 cmの等層厚線の領域では $4.0 \times 10^{14} \text{ kg}$,

16～64 cm の等層厚線の領域では 4.7×10^{14} kg, 64 cm からカルデラ縁までの領域では 4.7×10^{13} kg となり, 合計 9.2×10^{14} kg となった. 降下テフラの密度を $1,000 \text{ kg/m}^3$ と仮定すると, それぞれ, 400 km^3 , 470 km^3 , 47 km^3 となり, 合計 **920 km³** となった. 密度 $2,500 \text{ kg/m}^3$ の溶岩換算値 (DRE) では, 合計約 370 km^3 となった.

表 2.5-1 阿蘇 4 降下テフラの位置情報, 層厚, 文献リスト

| No | 経度 | 緯度 | データ | 層厚 | 文献 | 注釈 |
|----|-------------|-------------|----------------------------------|----------|---|-------------------|
| 1 | 135.8833333 | 35.5833333 | SG06 - 3.5cm | 3.5 cm | Albert et al. (2018), Smith et al. (2013) | 水月湖 |
| 2 | 152.5081667 | 40.4996667 | 1 MR98-05, St1PC - ash pod | pod | Aoki (2008) | |
| 3 | 143.3673333 | 39.1818333 | 2 ODP Leg186, Hole 1150A - (2cm) | 2cm | Aoki (2008) | |
| 4 | 141.78 | 36.0233333 | 4 MD01-2421 - ash pod | pod | Aoki (2008) | |
| 5 | 140 | 39.9998333 | 5 MR00-K05, PC-2 - 6cm | 6 cm | Aoki (2008) | |
| 6 | 146.4161667 | 33.0833333 | 9 MR01-K02, PC-1 - 9cm | 9 cm | Aoki (2008) | |
| 7 | 147.5003333 | 30.5 | 10 MR00-K05, PC-1 - 7cm | 7 cm | Aoki (2008) | |
| 8 | 159.1283333 | 33.3625 | 11 KH96-3, SKY-S2 - (2.4cm) | 2.4 cm | Aoki (2008) | |
| 9 | 158.6716667 | 36.1383333 | 12 KH96-3, SKY-C1 - 1cm | 1 cm | Aoki (2008) | |
| 10 | 162.7163333 | 37.749 | 13 MR98-05, St6PC - 1cm | 1 cm | Aoki (2008) | |
| 11 | 145.0041667 | 44.5275 | 14 MD01-2412 - 3cm | 3 cm | Aoki (2008) | |
| 12 | 149.5246711 | 35.36970221 | KH74-4-1 3.5cm | 3.5 cm | Furuta et al. (1986) | 位置情報は概略, 地図から読み取り |
| 13 | 137.6686667 | 39.4155 | 26 - ?cm | ? | 中嶋ほか (1996) | |
| 14 | 139.034 | 39.6926667 | 34 - ?cm | ? | 中嶋ほか (1996) | |
| 15 | 138.1958333 | 39.47316667 | 38 - ?cm | ? | 中嶋ほか (1996) | |
| 16 | 138.2311667 | 40.19 | 794A - ?cm | ? | 中嶋ほか (1996) | |
| 17 | 138.967 | 40.987 | 795A - ?cm | ? | 中嶋ほか (1996) | |
| 18 | 134.536 | 38.616 | 797A - ?cm | ? | 中嶋ほか (1996) | |
| 19 | 131.5540935 | 37.59781905 | P106 - (3cm) | 3 cm | 新井ほか (1981) | |
| 20 | 131.9790556 | 37.57949478 | KH77-3-M3 - (3cm) | 3 cm | 新井ほか (1981) | |
| 21 | 134.7071584 | 37.06128466 | KH79-3-C3 - tr. | tr | 新井ほか (1981) | |
| 22 | 136.9351326 | 40.74756454 | P129 - (1.5cm) | 1.5 cm | 新井ほか (1981) | |
| 23 | 131.41247 | 36.80957119 | KH82-4-23 - (1cm) | 1 cm | 新井・町田 (1983) | |
| 24 | 133.9005662 | 37.00627396 | KH82-4-16 - (2cm) | 2 cm | 新井・町田 (1983) | |
| 25 | 134.2671848 | 37.26124996 | KH82-4-17 - (3cm) | 3 cm | 新井・町田 (1983) | |
| 26 | 137.3471762 | 29.40052927 | KH76-2-7 - (15cm) | 15 cm | 新井・町田 (1983) | |
| 27 | 146.5662828 | 34.14361165 | KH80-3-12 - (2cm) | 2 cm | 新井・町田 (1983) | |
| 28 | 136.01075 | 35.22153769 | B43-1 - 6.7cm+ | > 6.7 cm | 檀原ほか (2010), 竹村・横山 (1989) | |
| 29 | 143.3648141 | 38.8949795 | KH94-3 LM8 PC5 - 10cm | 10 cm | 清水ほか (1997) | |
| 30 | 131.3443066 | 32.02846232 | 2a - afa? 75cm | 75 cm | 町田ほか (1985) | 九州山口 |
| 31 | 131.38597 | 32.0567939 | 2b - afa? 35cm | 35 cm | 町田ほか (1985) | 九州山口 |
| 32 | 131.52262 | 32.17178543 | 2d - pfl or afa 60cm | 60 cm | 町田ほか (1985) | 九州山口 |
| 33 | 130.6626429 | 33.8732638 | 2i - afa? 45cm | 45 cm | 町田ほか (1985) | 九州山口 |
| 34 | 139.0382317 | 41.42922104 | KH84-3-10 - (4cm) | 4 cm | 町田ほか (1985) | 海底 |
| 35 | 135.4587068 | 38.31115712 | KH84-3-16 (4.6cm) | 4.6 cm | 町田ほか (1985) | 海底 |
| 36 | 139.1598629 | 41.83584152 | KH84-3-9 - (6.4cm) | 6.4 cm | 町田ほか (1985) | 海底 |
| 37 | 144.9829331 | 37.20815455 | KH69-2-4 - (4cm) | 4 cm | 町田ほか (1985) | 海底 |
| 38 | 132.7341053 | 35.01151127 | 3d - tr. | tr | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 39 | 132.9207449 | 35.14316417 | 3e - tr | tr | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 40 | 133.7240011 | 35.374821 | 3f - tr | tr | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 41 | 137.8685804 | 36.55975236 | 4a - tr. | tr | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 42 | 139.0001766 | 35.37825784 | 4b - 3cm | 3 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 43 | 139.0485086 | 35.22328047 | 4c - 5cm | 5 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 44 | 139.1468232 | 35.60156894 | 4d - 3cm | 3 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 45 | 138.8701854 | 35.66488741 | 4e - 2cm | 2 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 46 | 139.2718161 | 35.34493881 | 4f - tr. | tr | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 47 | 139.4784669 | 35.29994895 | 4g - tr. | tr | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 48 | 139.6306202 | 35.22329125 | 4h - tr. | tr | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 49 | 140.0866869 | 36.99808861 | 4i - 2cm | 2 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 50 | 140.6549209 | 38.2196353 | 5a - 4cm | 4 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 51 | 141.1481428 | 39.8761268 | 5b - 10cm | 10 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 52 | 141.4514263 | 40.54272044 | 5c | ? | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 53 | 141.2831081 | 40.54771567 | 5d - 1cm | 1 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 54 | 140.034903 | 40.15272933 | 5e - 5cm | 5 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 55 | 141.091404 | 41.76258034 | 6a - 1cm | 1 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 56 | 140.8530506 | 42.47916338 | 6b - tr. | tr | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 57 | 141.8962864 | 42.66584131 | 6c - tr. | tr | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 58 | 141.6512156 | 44.31398242 | 6d - 12cm | 12 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 59 | 143.3111848 | 42.31759485 | 6e - 10cm | 10 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 60 | 143.1395233 | 42.50423425 | 6f - 5cm | 5 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 61 | 144.1644044 | 42.9942148 | 6g - 5cm | 5 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 62 | 144.3160158 | 43.96243878 | 6h - 15cm | 15 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 63 | 144.3793469 | 43.85245352 | 6i - 15cm | 15 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 64 | 144.6493222 | 43.86579213 | 6j - 15cm | 15 cm | 町田ほか (1985) | 陸上 |
| 65 | 138.0352778 | 36.54861111 | TKN-2004 >3cm | >3 cm | 長橋ほか (2007) | |
| 66 | 142.9166667 | 40.555 | A MR99-K04 - (2cm) | 2 cm | 青木ほか (2000) | |
| 67 | 149.85 | 40.08333333 | B MR99-K04 - 8.5cm | 8.5 cm | 青木ほか (2000) | |
| 68 | 152 | 37.5 | D MR99-K04 - 4cm | 4 cm | 青木ほか (2000) | |
| 69 | 152.5 | 35.00033333 | E MR98-03 - 1.5cm | 1.5 cm | 青木ほか (2000) | |
| 70 | 142.2005472 | 41.18366667 | C9002B - 5cm | 5 cm | 青池ほか (2010) | |
| 71 | 142.20135 | 41.1773 | C9001C - 3cm | 3 cm | 青池ほか (2010) | |

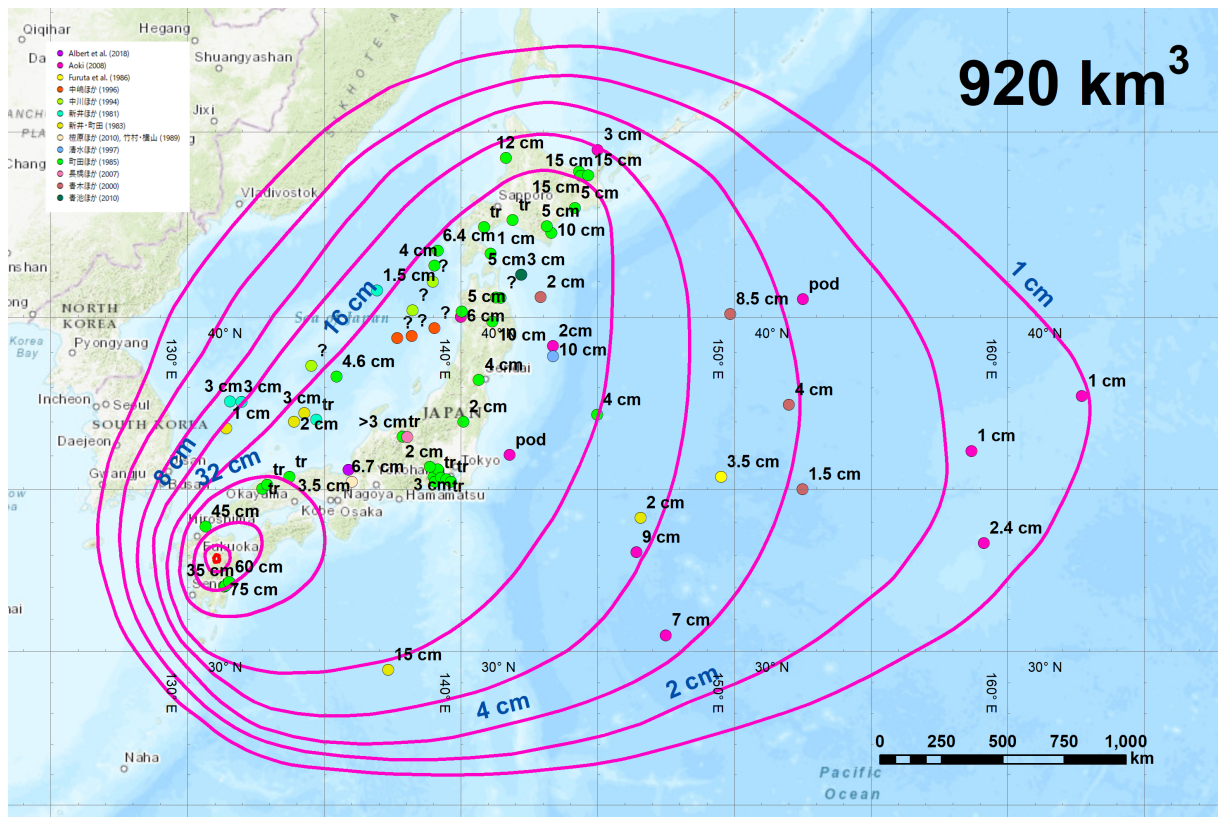


図 2.5-1 阿蘇 4 降下テフラの分布と等層厚線図 (最大ケース)

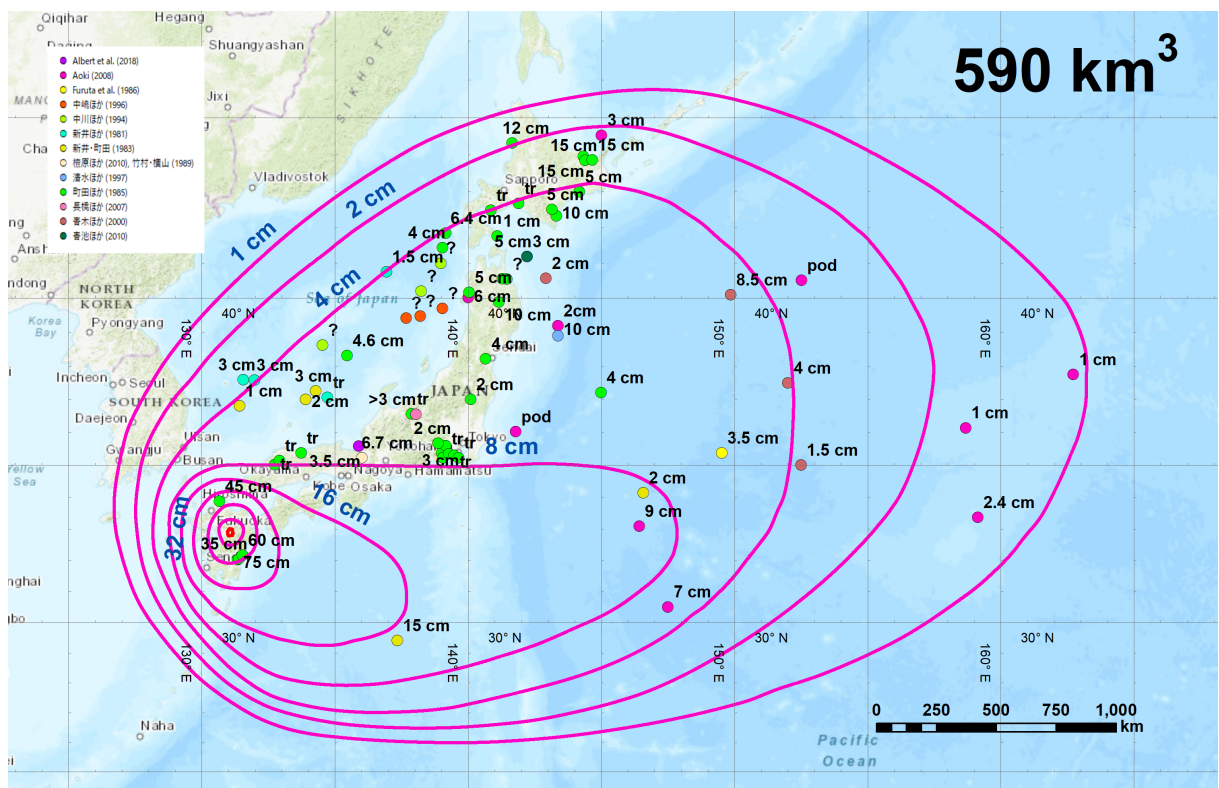


図 2.5-2 阿蘇 4 降下テフラの分布と等層厚線図 (最小ケース)

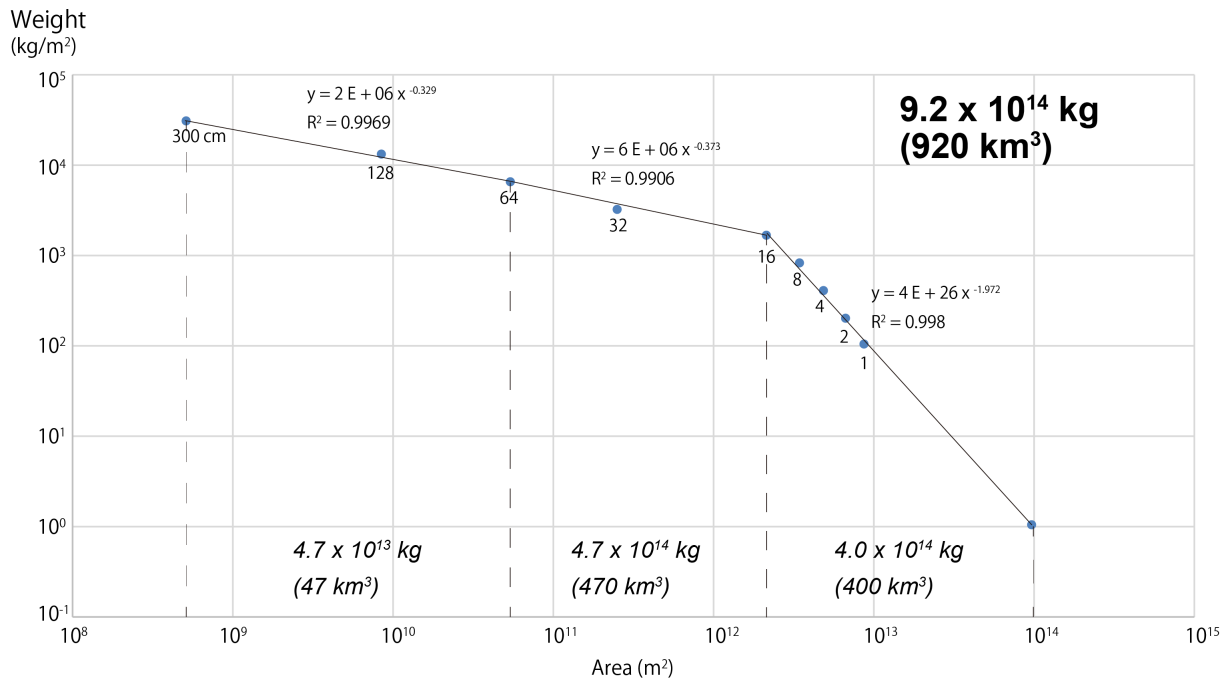


図 2.5-3 阿蘇 4 降下テフラの各等層厚線の面積と単位面積あたりの重量の関係（最大ケース）. 16 cm と 64 cm の等層厚線で分割し 3 つの領域に区分した. 火口近傍はカルデラの面積, 遠方は 10^{14} m^2 まで計算している.

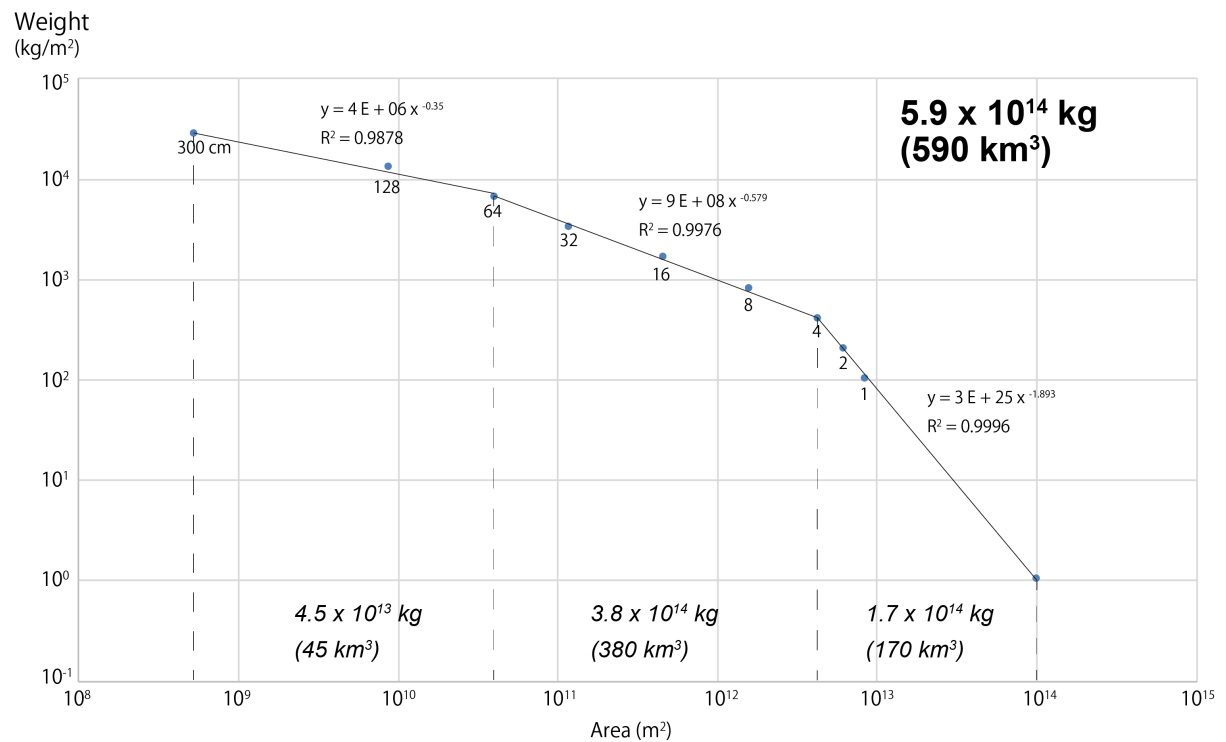


図 2.5-4 阿蘇 4 降下テフラの各等層厚線の面積と単位面積あたりの重量の関係（最小ケース）. 4 cm と 64 cm の等層厚線で分割し 3 つの領域に区分した. 火口近傍はカルデラの面積, 遠方は 10^{14} m^2 まで計算している.

最小ケースでは、4 cm と 64 cm で区切り、グラフ上で直線近似できる 3 つの領域に区分して体積を求めた (図 2.5-4)。火口近傍は、現在の阿蘇カルデラの面積 ($5.3 \times 10^8 \text{ m}^2$) まで、遠方は、 10^{14} m^2 の領域まで計算した。カルデラ縁での層厚は最大ケースと同様に約 3m とした。その結果、遠方から 4 cm の等層厚線の領域では $1.7 \times 10^{14} \text{ kg}$ 、4~64 cm の等層厚線の領域では $3.8 \times 10^{14} \text{ kg}$ 、64 cm からカルデラ縁までの領域では $4.5 \times 10^{13} \text{ kg}$ となり、合計 $5.9 \times 10^{14} \text{ kg}$ となった。降下テフラの密度を $1,000 \text{ kg/m}^3$ と仮定すると、それぞれ、 170 km^3 、 380 km^3 、 45 km^3 となり、合計 **590 km³** となった。密度 $2,500 \text{ kg/m}^3$ の溶岩換算値 (DRE) では、合計約 240 km^3 となった。

今回求められた阿蘇 4 降下テフラの推定体積 **590~920 km³** ($240 \sim 370 \text{ km}^3 \text{ DRE}$) の値は、これまでの推定値 400 km^3 以上 (町田ほか, 1985; 町田・新井, 2003) よりも有意に増加している。これは、当時は十分考慮されていなかった遠方の海域のテフラが考慮されたことによって分布域が大幅に広がったことや、体積の計算手法が異なることなどが原因であると考えられる。

表 2.5-2 阿蘇 4 火砕流堆積物の体積推定結果

| 対象 | | | 噴出量 (km ³ bulk) | | | 噴出量 (km ³ DRE) | | |
|---------------|------------|---------|----------------------------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|
| | | | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 |
| 阿蘇4 火砕流堆積物 | 現存 | 非溶結・未区分 | 7.6 | 37.1 | 21.3 | 3.7 | 17.8 | 10.2 |
| | | 溶結 | 5.6 | 16.6 | 10.9 | 3.6 | 10.6 | 6.9 |
| | | 合計 | 13.2 | 53.7 | 32.1 | 7.2 | 28.4 | 17.1 |
| | 噴火直後 推定 | 非溶結・未区分 | 82.8 | 288.9 | 173.8 | 39.7 | 138.7 | 83.4 |
| | | 溶結 | 163.5 | 429.3 | 296.7 | 104.6 | 274.8 | 189.9 |
| | | 合計 | 246.2 | 718.2 | 470.5 | 144.4 | 413.4 | 273.3 |
| | カルデラ 内部 | 非溶結・未区分 | 42.3 | 145.4 | 105.8 | 20.3 | 69.8 | 50.8 |
| | | 溶結 | 49.3 | 71.9 | 64.3 | 31.6 | 46.0 | 41.1 |
| | | 合計 | 91.6 | 217.4 | 170.1 | 51.9 | 115.9 | 91.9 |

阿蘇 4 火砕流堆積物の体積の推定値 (表 2.3-2; 平成 27 年度実施, 平成 28 年度に再推定) は、 720 km^3 (最大), 470 km^3 (平均), 250 km^3 (最小) であり、DRE 換算では、 420 km^3 (最大), 270 km^3 (平均), 140 km^3 (最小) であった。したがって、阿蘇 4 噴火の総噴出量は、**840~1,640 km³** となり、DRE 換算値では、 $380 \sim 790 \text{ km}^3$ と推定される。これまでの総噴出量の推定値 600 km^3 (町田・新井, 2003) に比べ約 1.4~2.7 倍となった。阿蘇 4 は、VEI7~8 クラスの噴火であったと考えられる。

(2) 始良 Tn

約 30 ka の噴火に伴う始良 Tn (始良丹沢) 降下テフラについて、既存の文献から、陸域及び海域の降下テフラの位置、層厚データを集め整理した (表 2.5-3a, b)。始良 Tn 降下テフラは、河

表 2.5-3a 始良 Tn 降下テフラの位置情報, 層厚, 文献リスト

| No | 経度 | 緯度 | データ | 層厚 | 文献 | 注釈 |
|----|-------------|-------------|---------|--------------|---|--------------------------|
| 1 | 131.435 | 32.02361111 | 宮崎県佐土原町 | 50 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 2 | 131.4647222 | 32.09777778 | 宮崎県新富町 | 50 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 3 | 131.6016667 | 32.09777778 | 宮崎県高鍋町 | 25 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 4 | 132.6938889 | 32.98194444 | 高知県高知市 | 17-20 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 5 | 131.6019444 | 34.31361111 | 山口県阿東町 | 12 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 6 | 132.7183333 | 34.32555556 | 広島県黒瀬町 | 30 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 7 | 133.5755556 | 35.2875 | 岡山県山上村 | 18 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 8 | 133.5469444 | 35.41527778 | 鳥取県大山町 | 18 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 9 | 133.7327778 | 35.42888889 | 鳥取県倉吉市 | 21 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 10 | 134.4130556 | 35.21027778 | 兵庫県千種町 | 11 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 11 | 134.5669444 | 35.06472222 | 兵庫県山崎町 | 21 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 12 | 135.1488889 | 35.23661111 | 兵庫県市島町 | 25 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 13 | 135.9430556 | 35.59111111 | 福井県美加町 | 15 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 14 | 138.0122222 | 36.25944444 | 長野県松本市 | 7 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 15 | 137.8705556 | 36.64305556 | 長野県白馬村 | 6 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 16 | 138.2241667 | 36.8075 | 長野県信濃町 | 8 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 17 | 139.8580556 | 33.07555556 | 東京都八丈島 | 7 cm | 河合・三宅 (1999) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 18 | 131.9952778 | 31.99527778 | 宮崎県小林市 | 30 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 19 | 131.2469444 | 31.97416667 | 宮崎県綾町 | 50 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 20 | 131.2305556 | 31.97916667 | 宮崎県綾町 | 80 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 21 | 131.2786111 | 32.02805556 | 宮崎県国富町 | 90 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 22 | 131.4091667 | 32.04388889 | 宮崎県土原町 | 55 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 23 | 131.4277778 | 32.10555556 | 宮崎県西郷市 | 100 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 24 | 131.4411111 | 32.095 | 宮崎県新富町 | 50 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 25 | 131.4344444 | 32.10166667 | 宮崎県新富町 | 40 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 26 | 131.5102778 | 32.13888889 | 宮崎県高鍋町 | 35 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 27 | 133.9186111 | 33.84944444 | 高知県安芸市 | 40 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 28 | 132.6858333 | 35.24027778 | 島根県佐田町 | 20 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 29 | 133.6327778 | 35.42472222 | 島根県東伯町 | 19 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 30 | 133.7113889 | 35.36805556 | 島根県関金町 | 19 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 31 | 136.1383333 | 35.01444444 | 兵庫県今田町 | 30 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 32 | 134.6958333 | 35.49111111 | 兵庫県白旗町 | 18 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 33 | 135.1033333 | 35.73722222 | 京都府丹波町 | 12 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 34 | 135.94 | 34.59444444 | 奈良県天理市 | 7 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 35 | 135.6888889 | 33.86777778 | 和歌山県本宮町 | 45 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 36 | 136.0563889 | 35.94583333 | 福井県織田町 | 6 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 37 | 136.9230556 | 36.53694444 | 富山県井口村 | 6 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 38 | 137.375 | 35.76666667 | 富山県立山町 | 14 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 39 | 139.0102778 | 36.48361111 | 長野県軽井沢町 | 6 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 40 | 138.8936111 | 35.34916667 | 静岡県湖西市 | 12 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 41 | 140.1772222 | 35.38583333 | 千葉県市原市 | 3 cm | 河合 (2001) | AT3, AT4 入戸火砕流のco-ashの合計 |
| 42 | 135.8833333 | 35.88333333 | 水戸市 | 35.1 cm | Smith et al. (2013), Albert et al. (2018) | A-14-01, B-13 Bottom |
| 43 | 130.4166667 | 41.33333333 | 日本海北部 | 3 cm | 新井・町田 (1983) | St. 6913 E4 |
| 44 | 132.2166667 | 40.28333333 | 日本海北部 | 3 cm | 新井・町田 (1983) | St. 6920 F4 |
| 45 | 132.65 | 40.86666667 | 日本海北部 | 5 cm | 新井・町田 (1983) | KH69-2-25 F4 |
| 46 | 137.0183333 | 41.005 | 日本海北部 | 5 cm | 新井・町田 (1983) | KH77-3-M5 H4 |
| 47 | 131 | 38.58333333 | 日本海南部 | 9 cm | 新井・町田 (1983) | e66-43 E5 |
| 48 | 130.5616667 | 36.93 | 日本海南部 | 2 cm | 新井・町田 (1983) | P103 E6 |
| 49 | 131.1183333 | 36.415 | 日本海南部 | 5 cm | 新井・町田 (1983) | P104 E6 |
| 50 | 131.155625 | 36.80666667 | 日本海南部 | 6 cm | 新井・町田 (1983) | KH82-4-23 E6 |
| 51 | 131.368125 | 37.57666667 | 日本海南部 | 12 cm | 新井・町田 (1983) | KH77-3-M3 E6 |
| 52 | 133.21 | 36.73833333 | 日本海南部 | 14.5 cm | 新井・町田 (1983) | KH82-4-15 F6 |
| 53 | 133.33875 | 37.00333333 | 日本海南部 | 1 cm | 新井・町田 (1983) | KH82-4-16 F6 |
| 54 | 134.21625 | 38.485 | 日本海南部 | 5 cm | 新井・町田 (1983) | KH82-4-19 G5 |
| 55 | 135.10875 | 38.52333333 | 日本海南部 | 6.5 cm | 新井・町田 (1983) | P127 G5 |
| 56 | 134.0625 | 36.42666667 | 日本海南部 | 4 cm | 新井・町田 (1983) | KH77-3-M2 G6 |
| 57 | 134.10125 | 37.25833333 | 日本海南部 | 10 cm | 新井・町田 (1983) | KH82-4-17 G6 |
| 58 | 134.26625 | 37.05833333 | 日本海南部 | 1.5 cm | 新井・町田 (1983) | KH79-3-C3 G6 |
| 59 | 134.26375 | 37.07166667 | 日本海南部 | 20 cm | 新井・町田 (1983) | KH79-3-L3 G6 |
| 60 | 134.359375 | 35.78833333 | 日本海南部 | 3.5 cm | 新井・町田 (1983) | P124 G6 |
| 61 | 135.066875 | 37.73 | 日本海南部 | 18 cm | 新井・町田 (1983) | KH77-3-M4 G6 |
| 62 | 136.125 | 38.61666667 | 日本海南部 | 2 cm | 新井・町田 (1983) | V28-268 H5 |
| 63 | 137.20625 | 39.12833333 | 日本海南部 | 2.2 cm | 新井・町田 (1983) | T1 M5 |
| 64 | 127.13125 | 27.93333333 | 東シナ海 | 1 cm | 新井・町田 (1983) | P68 C11 |
| 65 | 129.013125 | 31.74 | 東シナ海 | 32 cm | 新井・町田 (1983) | KH82-4-14 D9 |
| 66 | 132.286875 | 28.385 | フィリピン海 | 5 cm | 新井・町田 (1983) | KH82-4-8 F10 |
| 67 | 133.096875 | 25.52166667 | フィリピン海 | <25 cm (mix) | 新井・町田 (1983) | KH77-1-2 F12 |
| 68 | 144.37 | 37.205 | フィリピン海 | 1 cm? | 新井・町田 (1983) | KH69-2-4 L6 |
| 69 | 130.6572273 | 33.71504836 | 九州北部 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 70 | 130.616657 | 33.15547394 | 九州北部 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 71 | 130.1449671 | 33.29932805 | 九州北部 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 72 | 130.7742098 | 32.73080919 | 九州中部 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 73 | 130.99555 | 32.89614347 | 九州中部 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 74 | 131.186727 | 33.07568225 | 九州中部 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 75 | 131.2938583 | 32.979213 | 九州中部 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 76 | 131.2507595 | 31.89319866 | 九州南部 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 77 | 131.3911385 | 31.94781223 | 九州南部 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 78 | 130.4244937 | 31.6809866 | 九州南部 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 79 | 130.4207995 | 31.50471402 | 九州南部 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 80 | 130.309974 | 31.32518586 | 九州南部 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 81 | 130.7200284 | 32.11669639 | 九州南部 | >50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 82 | 130.8431679 | 32.22352844 | 九州南部 | >50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 83 | 130.9863073 | 32.03596494 | 九州南部 | >50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 84 | 131.052505 | 31.83644993 | 九州南部 | >50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 85 | 130.8727214 | 31.83434744 | 九州南部 | >50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 86 | 130.6633843 | 31.84380823 | 九州南部 | >50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 87 | 131.0069434 | 30.62918114 | 種子島 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 88 | 130.8899609 | 30.37437305 | 種子島 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 89 | 130.6436819 | 30.33375583 | 種子島 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 90 | 127.7727729 | 27.92394101 | 奄美大島西方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 91 | 133.4910764 | 33.85480992 | 四国 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 92 | 133.7324091 | 34.08177582 | 四国 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 93 | 134.4367639 | 33.91817069 | 四国 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 94 | 132.2142578 | 34.10045229 | 中国地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 95 | 132.1918083 | 34.22175542 | 中国地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 96 | 132.4106915 | 34.34753671 | 中国地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 97 | 131.7315924 | 34.57067823 | 中国地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 98 | 132.4640092 | 35.10052709 | 中国地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 99 | 132.8035587 | 34.79784688 | 中国地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |

表 2.5-3b 始良 Tn 降下テフラの位置情報, 層厚, 文献リスト (続き)

| No | 経度 | 緯度 | データ | 層厚 | 文献 | 注釈 |
|-----|-------------|-------------|--------|----------|-------------------------|---------------------|
| 100 | 133.3170923 | 35.35381366 | 中国地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 101 | 135.1495373 | 35.67273285 | 近畿地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 102 | 135.7248072 | 35.12358609 | 近畿地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 103 | 135.9184346 | 35.05438933 | 近畿地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 104 | 135.2664028 | 35.27561028 | 近畿地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 105 | 135.446994 | 34.81636348 | 近畿地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 106 | 135.6097532 | 34.61245022 | 近畿地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 107 | 135.7135824 | 34.11445866 | 近畿地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 108 | 135.7304196 | 33.91349158 | 近畿地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 109 | 135.5031178 | 33.84327393 | 近畿地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 110 | 136.2018603 | 35.69562736 | 近畿地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 111 | 135.9717523 | 35.56503991 | 近畿地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 112 | 136.5273788 | 36.02457244 | 近畿地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 113 | 135.2786223 | 34.10745627 | 近畿地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 114 | 135.2253046 | 33.91817069 | 近畿地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 115 | 135.1130568 | 34.6959306 | 近畿地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 116 | 136.6985567 | 34.41500747 | 近畿地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 117 | 137.4421983 | 34.82099197 | 近畿地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 118 | 137.8378717 | 34.7770107 | 東海地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 119 | 137.9781814 | 34.83487588 | 東海地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 120 | 138.1044602 | 34.72605543 | 東海地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 121 | 138.4720717 | 35.0382349 | 東海地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 122 | 138.3037 | 34.86032357 | 東海地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 123 | 137.6302133 | 35.40897009 | 東海地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 124 | 137.2317337 | 35.42275326 | 東海地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 125 | 137.0240753 | 35.47556667 | 東海地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 126 | 138.3950938 | 34.96434504 | 関東地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 127 | 138.9912176 | 35.38599287 | 関東地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 128 | 138.7975902 | 35.43194071 | 関東地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 129 | 138.7246292 | 35.18350868 | 関東地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 130 | 138.5506451 | 35.93561916 | 関東地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 131 | 139.2578061 | 35.75054713 | 関東地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 132 | 140.1193078 | 35.81914312 | 関東地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 133 | 140.1417574 | 36.10203889 | 関東地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 134 | 139.5356194 | 35.40207762 | 関東地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 135 | 137.4983222 | 36.61047905 | 北陸地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 136 | 139.4374026 | 34.72142157 | 伊豆大島 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 137 | 139.6843477 | 35.25259477 | 関東地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 138 | 139.769521 | 35.57650356 | 関東地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 139 | 139.7545026 | 35.73453281 | 関東地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 140 | 139.6113866 | 35.50769685 | 関東地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 141 | 139.5215884 | 35.58338095 | 関東地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 142 | 139.2774495 | 35.36530772 | 関東地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 143 | 139.1427521 | 35.2571984 | 関東地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 144 | 139.4205654 | 36.56974613 | 信州地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 145 | 139.1848451 | 36.92204359 | 信州地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 146 | 140.6393941 | 37.23876904 | 東北地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 147 | 140.0542571 | 37.50732377 | 東北地方 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 148 | 139.7158871 | 37.54454631 | 東北地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 149 | 140.534705 | 37.83127334 | 東北地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 150 | 133.2575372 | 36.25162149 | 隠岐 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 151 | 133.0186522 | 36.01561481 | 隠岐 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 152 | 132.9666416 | 36.07943354 | 隠岐 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 153 | 131.1170679 | 36.15608066 | 日本海 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 154 | 131.9506389 | 37.41866116 | 日本海 | 10-50 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 155 | 134.258345 | 36.29387934 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 156 | 134.9023259 | 36.73074524 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 157 | 134.7281188 | 37.09351797 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 158 | 135.0673524 | 37.55450762 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 159 | 135.0674949 | 38.32550056 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 160 | 136.8346381 | 38.59495092 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 161 | 131.0839188 | 38.51546767 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 162 | 130.8877996 | 37.48422904 | ウツルス島 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 163 | 130.8982719 | 37.06572442 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 164 | 137.6837394 | 39.04010884 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 165 | 137.0586769 | 41.03611278 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 166 | 132.2710961 | 40.31297425 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 167 | 132.6122935 | 40.88506435 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 168 | 130.876199 | 41.32833759 | 日本海 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 169 | 140.3711091 | 40.90443315 | 東北地方 | <10 cm | Machida and Arai (1983) | 位置情報は概略 論文の図からの読み取り |
| 170 | 143.370151 | 38.89874003 | 東北地方 | Tr | 青木・新井 (2000) | 白鳳丸 KH94-3 LM-8 |
| 171 | 129.1841186 | 35.55663588 | 韓国 | <10 cm | 町田ほか (1983) | |
| 172 | 129.2795001 | 35.32995253 | 韓国 | <10 cm | 町田ほか (1983) | |
| 173 | 126.5815295 | 33.2540448 | 济州島 | <10 cm | 町田ほか (1983) | |
| 174 | 126.4082271 | 33.47600107 | 济州島 | <10 cm | 町田ほか (1983) | |
| 175 | 137.35 | 29.39666667 | フィリピン海 | <10 cm | 町田・新井 (1998) | 白鳳丸 KH76-2-7 H10 |
| 176 | 127.0166667 | 24.75 | フィリピン海 | <10 cm | 町田・新井 (1998) | KT 84-14-P1 C12 |
| 177 | 132.2166667 | 40.28333333 | 日本海 | <10 cm | 町田・新井 (1998) | St.6920 F4 |
| 178 | 132.765 | 28.385 | フィリピン海 | <10 cm | 町田・新井 (1998) | 白鳳丸 KH82-4-8 F10 |
| 179 | 133.3890643 | 31.45051805 | 九州四国南方 | 降灰あり | Furuta et al. (1986) | |
| 180 | 133.6332017 | 32.50045059 | 九州四国南方 | 降灰あり | Furuta et al. (1986) | |
| 181 | 134.4155513 | 32.19901299 | 九州四国南方 | 降灰あり | Furuta et al. (1986) | |
| 182 | 134.4100027 | 31.95334983 | 九州四国南方 | 降灰あり | Furuta et al. (1986) | |
| 183 | 134.8649861 | 31.23145402 | 九州四国南方 | 降灰あり | Furuta et al. (1986) | |
| 184 | 136.8753058 | 32.85985806 | 九州四国南方 | 降灰あり | Furuta et al. (1986) | |
| 185 | 131.1500959 | 25.81348653 | 九州四国南方 | 降灰あり | Furuta et al. (1986) | |
| 186 | 134.332684 | 37.27384581 | 日本海 | 降灰あり | Furuta et al. (1986) | |
| 187 | 129.0112358 | 31.81131836 | 九州四国南方 | 降灰あり | Furuta et al. (1986) | |
| 188 | 129.1776932 | 31.97700024 | 九州四国南方 | 降灰あり | Furuta et al. (1986) | |
| 189 | 129.0112358 | 31.81131836 | 九州四国南方 | 降灰あり | Furuta et al. (1986) | |
| 190 | 129.1776932 | 31.97700024 | 九州四国南方 | 降灰あり | Furuta et al. (1986) | |
| 191 | 141.399 | 40.659 | 東北地方 | 0.3 cm | 工藤・小林 (2013) | |

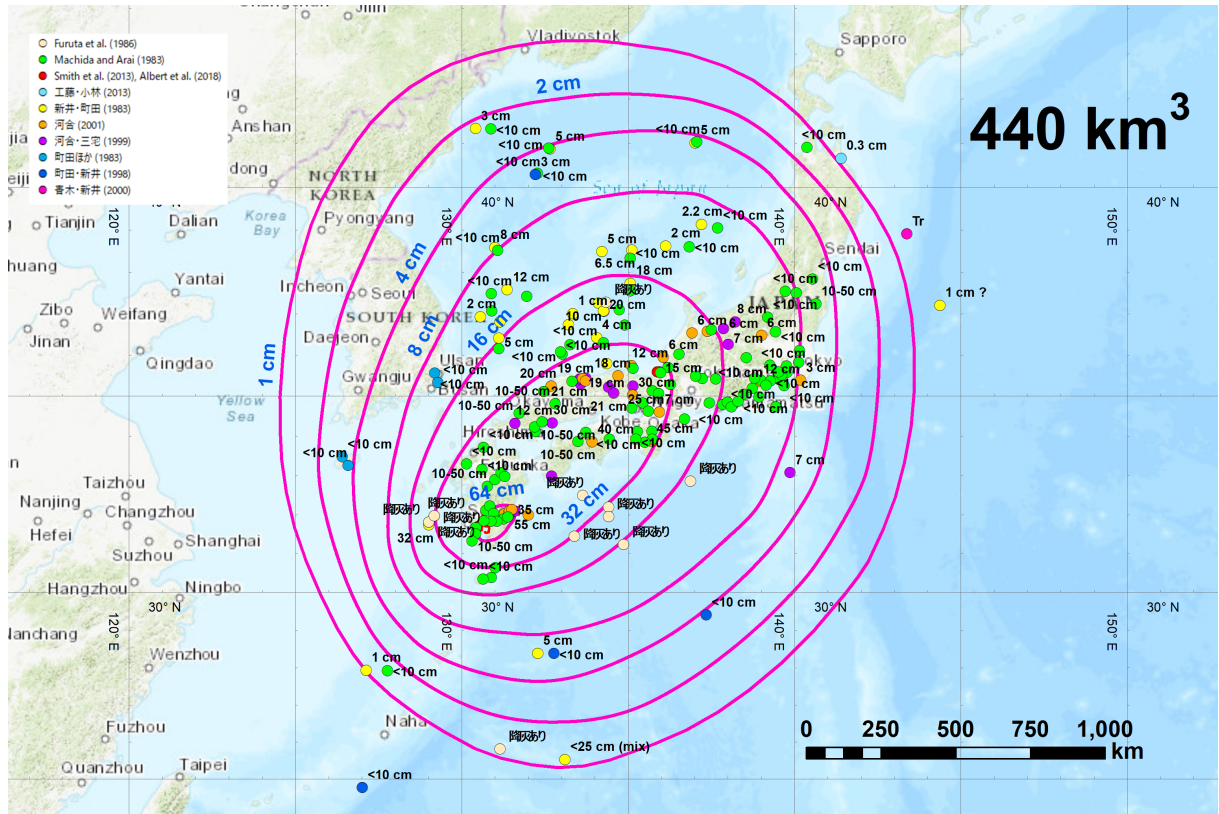


図 2.5-5 始良 Tn 降下テフラの分布と等層厚線

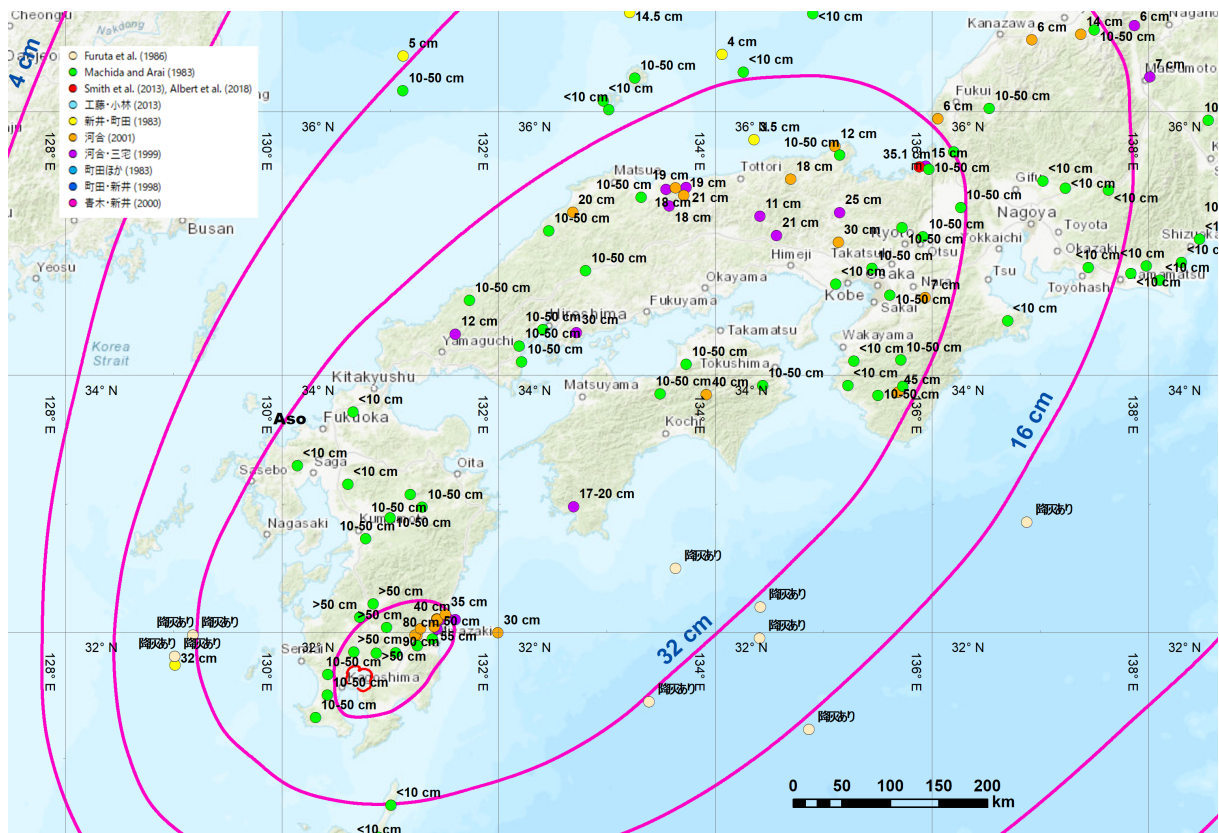


図 2.5-6 始良 Tn 降下テフラの分布と等層厚線 (西日本付近)

合・三宅(1999), 河合 (2001)の陸域の降下テフラ, Smith et al. (2013), Albert et al. (2018)の水月湖の降下テフラ, 新井・町田 (1983), Machida and Arai (1983), 青木・新井 (2000), 町田・新井 (1998), Furuta et al. (1986)の海域の降下テフラ, Machida and Arai (1983)の海域の降下テフラ, 町田ほか (1983)の韓国の降下テフラ, 工藤・小林 (2013)の東北地域北部の降下テフラの文献データを使用した。

位置情報と層厚データを元に, 等層厚線図 (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 cm) を作成した (図 2.5-5)。水月湖では, 35.1 cmの層厚が報告されている (Smith et al., 2013; Albert et al., 2018) ため, 近畿, 中部, 九州付近に 32 cmの等層厚線を引いた (図 2.5-6)。給源付近の宮崎では 80 cm, 90 cmの層厚が報告されているため, 給源付近に 64 cmの等層厚線を引いた。各等層厚線が占める面積を GIS ソフトで計算し, 阿蘇 4 と同様に区間積分法 (宝田ほか, 2001)で体積を推定した。

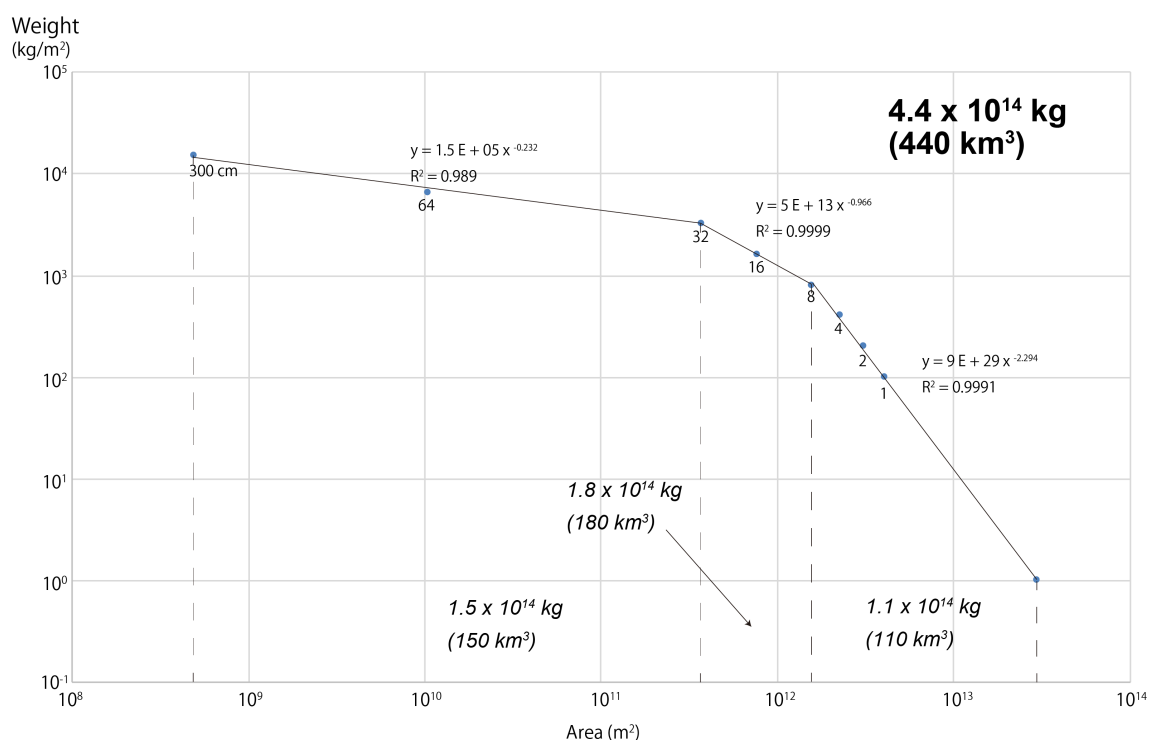


図 2.5-7 始良 Tn 降下テフラの各等層厚線の面積と単位面積あたりの重量の関係. 8 cm と 32 cm の等層厚線で分割し 3 つの領域に区分した. 火口近傍はカルデラの面積, 遠方は $3 \times 10^{13} \text{ m}^2$ まで計算している。

計算に当たっては, 8 cm と 32 cm の等層厚線で区切り, グラフ上で直線近似できる 3 つの領域に区分して体積を求めた (図 2.5-7)。火口近傍は, 現在の始良カルデラの面積 ($5.0 \times 10^8 \text{ m}^3$) まで, 遠方は, $3 \times 10^{13} \text{ m}^2$ の領域まで計算した。カルデラ縁での層厚は 32 cm と 64 cm の等層厚線データの傾きを外挿し, 約 3m とした。その結果, 遠方から 8 cm の等層厚線の領域では $1.1 \times 10^{14} \text{ kg}$, 8~32 cm の等層厚線の領域では $1.8 \times 10^{14} \text{ kg}$, 32 cm からカルデラ縁までの領域では $1.5 \times 10^{14} \text{ kg}$ となり, 合計 $4.4 \times 10^{14} \text{ kg}$ となった。降下テフラの密度を $1,000 \text{ kg/m}^3$ と仮定すると, それぞれ, 110 km^3 , 180 km^3 , 150 km^3 となり, 合計 **440 km³** となった。密度 $2,500 \text{ kg/m}^3$ の溶岩換算値 (DRE) では, 合計約 180 km^3 となった。

今回求められた始良 Tn 降下テフラの推定体積 **440 km³** (180 km³DRE) の値は、これまでの推定値 150 km³ 以上 (町田・新井, 2003) よりも有意に増加している。これは、水月湖の層厚データにより、32 cm の等層厚線の範囲が広がったこと、陸域や海域のデータが増え、等層厚線図の形状が大きく異なること、体積の計算手法が異なることなどが原因であると考えられる。

表 2.5-4 始良入戸火砕流堆積物の体積推定結果

| 項目 | | 現存分布 | 復元分布 | | | | | | | | |
|--------------------------|-------|-----------------|----------|--------------|----------|----------|--------------|----------|----------|--------------|----------|
| メッシュサイズ | | — | 500m | | | 1km | | | 5km | | |
| 復元堆積面採用値 | | — | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 | 最大 | 平均 | 最小 |
| 分布面積 (km ²) | | 2.62E+09 | 1.99E+04 | 1.87E+04 | 1.73E+04 | 2.01E+04 | 1.85E+04 | 1.61E+04 | 2.15E+04 | 1.83E+04 | 1.49E+04 |
| 見かけ体積 (km ³) | 全域 | 71.7 (見かけ) | 721.2 | 544.4 | 327.3 | 813.6 | 517.5 | 329.2 | 1,753.5 | 599.2 | 302.2 |
| | カルデラ外 | | 522.4 | 344.5 | 151.5 | 619.5 | 317.2 | 127.4 | 1,568.7 | 409.8 | 80.5 |
| | カルデラ内 | 78.8 (非溶結換算) | 198.8 | 199.9 | 175.9 | 194.1 | 200.3 | 201.8 | 184.8 | 189.4 | 221.7 |
| DRE(km ³) | 全域 | 31.5 | 288.5 | 217.7 | 130.9 | 325.4 | 207.0 | 131.7 | 701.4 | 239.7 | 120.9 |
| | カルデラ外 | | 209.0 | 137.8 | 60.6 | 247.8 | 126.9 | 50.9 | 627.5 | 163.9 | 32.2 |
| | カルデラ内 | | 79.5 | 80.0 | 70.3 | 77.6 | 80.1 | 80.7 | 73.9 | 75.8 | 88.7 |

※火砕流堆積物の見かけ密度を1000kg/m³、マグマ換算体積を2500kg/m³で求めた。

始良入戸火砕流堆積物の体積の推定値 (表 2.5-4; 平成 28 年度実施) では、500 m メッシュ、1 km メッシュ、5 km メッシュを用いて、火砕流堆積物の体積を詳細に求めた。その結果、各メッシュの推定結果のうち、平均値が妥当であるとされ、体積は 500~600 km³ (200~250 km³DRE) と推定された。したがって、始良 Tn 噴火の総噴出量は、**940~1,040 km³** となり、DRE 換算値では、380~430 km³ と推定される。始良 Tn 噴火は、VEI7~8 クラスの噴火であったと考えられる。

(3) 洞爺噴火

約 106 ka の洞爺噴火に伴う洞爺降下テフラについて、既存の文献から、陸域及び海域の降下テフラの位置、層厚を集め整理した (表 2.5-5)。ここでは、町田ほか (1987) の北海道及び東北地域、日本海のデータ、工藤 (2018) の十和田地域のデータ、古澤 (2003) の岩手山麓のデータ、八木・早田 (1989) の鬼首地域の文献データを使用した。

位置情報と層厚データを元に、等層厚線図 (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 cm) を作成した (図 2.5-8)。日高で 100 cm、男鹿で 55 cm の層厚 (町田ほか, 1987) が報告されており、等高線がややいびつな形となっている。各等層厚線が占める面積を GIS ソフトで計算し、阿蘇 4 や始良 Tn と同様に区間積分法 (宝田ほか, 2001) で体積を推定した。

計算に当たっては、2 cm, 8 cm, 64 cm の等層厚線で区切り、グラフ上で直線近似できる 4 つの領域に区分して体積を求めた (図 2.5-9)。火口近傍は、現在の洞爺カルデラの面積 (2.3×10⁸ m²) まで、遠方は、1 cm, 2 cm の等層厚線のデータの傾きを外挿し、1.5×10¹² m² の領域まで計算した。カルデラ縁での層厚は 64 cm と 128 cm の等層厚線データの傾きを外挿し、約 5m とした。その結果、遠方から 2 cm の等層厚線の領域では 5.1×10¹² kg、2~8 cm の等層厚線の領域

では 8.0×10^{12} kg, 8~64 cm の等層厚線の領域では 8.5×10^{13} kg, 64 cm からカルデラ縁までの領域では 5.0×10^{13} kg となり, 合計 1.5×10^{14} kg となった. 降下テフラの密度を $1,000 \text{ kg/m}^3$ と仮定すると, それぞれ, 5 km^3 , 8 km^3 , 85 km^3 , 50 km^3 となり, 合計 **150 km^3** となった. 密度 $2,500 \text{ kg/m}^3$ の溶岩換算値 (DRE)では, 合計約 60 km^3 となった.

表 2.5-5 洞爺降下テフラの位置情報, 層厚, 文献リスト

| No | 経度 | 緯度 | データ | 層厚 | 文献 | 注釈 |
|----|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|---------------|
| 1 | 140.5333333 | 42.98666667 | 北海道岩内町 | 80 cm | 町田ほか(1987) | |
| 2 | 140.1483333 | 42.74833333 | 北海道島牧村 | >10 cm | 町田ほか(1987) | |
| 3 | 140.34 | 42.47 | 北海道長万部町 | 40 cm | 町田ほか(1987) | |
| 4 | 140.2766667 | 42.365 | 北海道八雲町 | 50 cm | 町田ほか(1987) | |
| 5 | 140.9466667 | 41.93 | 北海道南茅部町 | 20 cm | 町田ほか(1987) | |
| 6 | 139.955 | 42.125 | 北海道熊石町 | 15 cm | 町田ほか(1987) | |
| 7 | 141.0883333 | 41.75666667 | 北海道尾岸内町 | 38 cm | 町田ほか(1987) | |
| 8 | 140.805 | 41.77833333 | 北海道函館市 | 50 cm | 町田ほか(1987) | |
| 9 | 140.1316667 | 41.85333333 | 北海道江差町 | 30 cm | 町田ほか(1987) | |
| 10 | 140.4366667 | 41.67166667 | 北海道本古内町 | 20 cm | 町田ほか(1987) | |
| 11 | 139.4366667 | 42.07166667 | 北海道奥尻町 | 18 cm | 町田ほか(1987) | |
| 12 | 140.0533333 | 41.46166667 | 北海道松前町 | 20 cm | 町田ほか(1987) | |
| 13 | 141.9 | 42.66333333 | 北海道厚真町 | 30 cm | 町田ほか(1987) | |
| 14 | 141.9433333 | 42.60666667 | 北海道鶴川町 | 30 cm | 町田ほか(1987) | |
| 15 | 141.4416667 | 43.245 | 北海道当別町 | 25 cm | 町田ほか(1987) | |
| 16 | 141.435 | 43.21 | 北海道当別町 | 32 cm | 町田ほか(1987) | |
| 17 | 143.1433333 | 42.50166667 | 北海道大樹町 | 100 cm | 町田ほか(1987) | |
| 18 | 143.315 | 42.315 | 北海道広尾町 | 30 cm | 町田ほか(1987) | |
| 19 | 141.655 | 44.31 | 北海道苫前町 | 10 cm | 町田ほか(1987) | |
| 20 | 141.6933333 | 44.35833333 | 北海道羽幌町 | 10 cm | 町田ほか(1987) | |
| 21 | 143.485 | 42.525 | 北海道大樹町 | 10 cm | 町田ほか(1987) | |
| 22 | 143.7316667 | 42.73666667 | 北海道浦幌町 | 20 cm | 町田ほか(1987) | |
| 23 | 142.8033333 | 44.71 | 北海道枝幸町 | tr | 町田ほか(1987) | |
| 24 | 144.6866667 | 43.35666667 | 北海道別海町 | tr | 町田ほか(1987) | |
| 25 | 144.65 | 43.86333333 | 北海道斜里町 | tr | 町田ほか(1987) | |
| 26 | 141.1083333 | 41.45833333 | 東北地方風間浦村 | 18 cm | 町田ほか(1987) | |
| 27 | 141.3583333 | 41.33833333 | 東北地方東通村 | 20 cm | 町田ほか(1987) | |
| 28 | 140.86 | 41.16 | 東北地方脇野沢村 | 26 cm | 町田ほか(1987) | |
| 29 | 141.1583333 | 40.88 | 東北地方野辺地村 | 14 cm | 町田ほか(1987) | |
| 30 | 141.2666667 | 40.76333333 | 東北地方東北町 | 10 cm | 町田ほか(1987) | |
| 31 | 141.455 | 40.54 | 東北地方八戸市 | 10 cm | 町田ほか(1987) | |
| 32 | 141.165 | 39.89833333 | 東北地方玉山村 | 8 cm | 町田ほか(1987) | |
| 33 | 141.9616667 | 39.75166667 | 東北地方田老町 | 8 cm | 町田ほか(1987) | |
| 34 | 140.8816667 | 38.855 | 東北地方栗駒町 | 3 cm | 町田ほか(1987) | |
| 35 | 140.46 | 41.17833333 | 東北地方今別町 | 27 cm | 町田ほか(1987) | |
| 36 | 140.4616667 | 40.94166667 | 東北地方中里町 | 20 cm | 町田ほか(1987) | |
| 37 | 140.6333333 | 40.96666667 | 東北地方蓬田村 | 14 cm | 町田ほか(1987) | |
| 38 | 140.21 | 40.77166667 | 東北地方鱒ヶ沢町 | 20 cm | 町田ほか(1987) | |
| 39 | 140.0716667 | 40.75166667 | 東北地方深浦町 | >15 cm | 町田ほか(1987) | |
| 40 | 140.9583333 | 40.66333333 | 東北地方深浦町 | 12 cm | 町田ほか(1987) | |
| 41 | 140.3783333 | 40.33 | 東北地方八ツ森町 | 12 cm | 町田ほか(1987) | |
| 42 | 140.0483333 | 40.16833333 | 東北地方能代市 | 20 cm | 町田ほか(1987) | |
| 43 | 140.045 | 40.1 | 東北地方八竜町 | 13 cm | 町田ほか(1987) | |
| 44 | 139.8616667 | 39.965 | 東北地方男鹿市 | 55 cm | 町田ほか(1987) | |
| 45 | 139.9066667 | 39.93833333 | 東北地方男鹿市 | 6 cm | 町田ほか(1987) | |
| 46 | 139.0416667 | 41.42666667 | 日本海松前海台 | 1-2 cm | 町田ほか(1987) | |
| 47 | 140.9281389 | 40.50063889 | 東北地方十和田湖北東部 | 10-20 cm | 工藤(2018) | |
| 48 | 140.9365833 | 40.52377778 | 東北地方十和田湖北東部 | 10 cm | 工藤(2018) | |
| 49 | 140.9743333 | 40.51477778 | 東北地方十和田湖北東部 | 10-20 cm | 工藤(2018) | |
| 50 | 140.9552222 | 40.48108333 | 東北地方十和田湖北東部 | 22 cm | 工藤(2018) | |
| 51 | 141.159675 | 39.899425 | 東北地方岩手山北東山麓 | 4 cm | 古澤(2003) | 層厚は柱状図からの読み取り |
| 52 | 140.7372611 | 38.82700556 | 東北地方鬼首 | 8 cm | 八木・早田(1989) | |
| 53 | 140.7262694 | 38.8388 | 東北地方鬼首 | 10 cm | 八木・早田(1989) | |

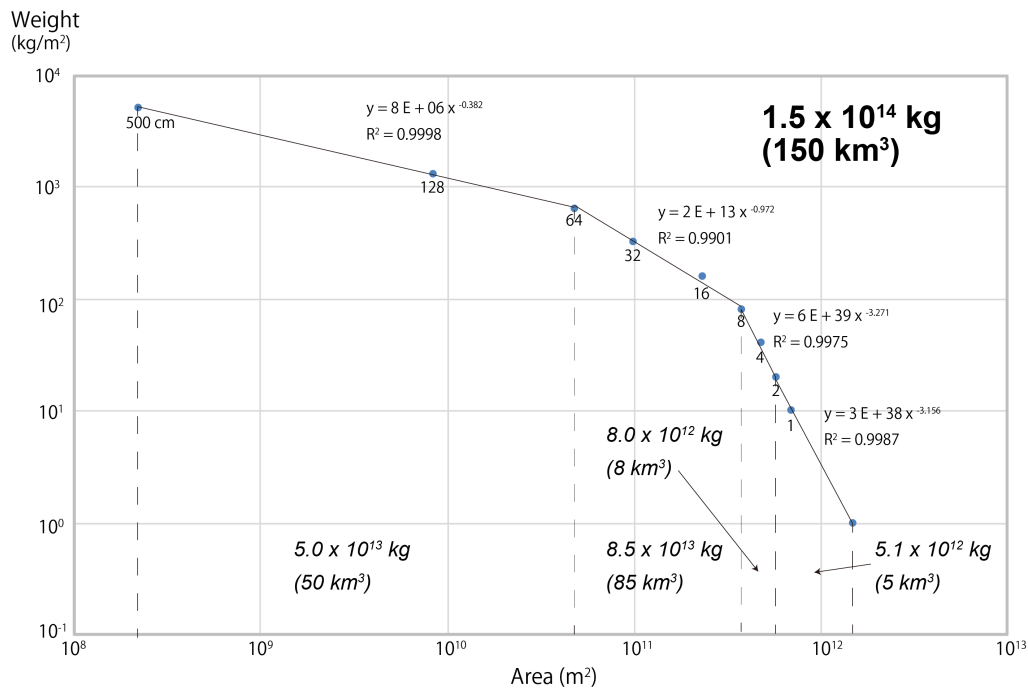


図 2.5-9 洞爺降下テフラの各等層厚線の面積と単位面積あたりの重量の関係. 2 cm, 8 cm, 64 cm の等層厚線で分割し 4 つの領域に区分した. 火口近傍はカルデラの面積, 遠方は $1.5 \times 10^{12} \text{ m}^2$ まで計算している.

今回求められた洞爺降下テフラの推定体積 **150 km³** (60 km³DRE) の値は, これまでの推定値 150 km³ 以上 (町田ほか, 1987; 町田・新井, 2003) と同じ値となった.

表 2.5-6 洞爺火砕流堆積物の体積推定結果

| 区分 | | 面積 (km ²) | 噴出量 (km ³) | | |
|----------|-----|-----------------------|------------------------|------|-------|
| | | | 平均 | 最大 | |
| 洞爺火砕流堆積物 | 見かけ | 現存 | 173.9 | 3.9 | 8.3 |
| | | 復元 | 3,367.5 | 51.7 | 104.5 |
| | | カルデラ内 | 109.6 | 27.4 | 54.8 |
| | | 総計(現存) | 283.5 | 31.3 | 63.1 |
| | | 総計(復元) | 3,477.1 | 79.1 | 159.3 |
| | DRE | 現存 | 173.9 | 1.9 | 4.0 |
| | | 復元 | 3,367.5 | 24.8 | 50.2 |
| | | カルデラ内 | 109.6 | 13.1 | 26.3 |
| | | 総計(現存) | 283.5 | 15.0 | 30.3 |
| | | 総計(復元) | 3,477.1 | 38.0 | 76.5 |

洞爺火砕流堆積物の体積の推定値 (表 2.5-6; 平成 29 年度実施) では, 火砕流堆積物の体積を詳細に求めた. その結果, 80 km³ (平均値)~160 km³ (最大値), DRE 換算値では, 40 km³ (平均値)~80 km³ (最大値)と推定された. この推定値は, 既存の Goto et al. (2018)の火砕流堆積物の推定値 36.8 km³ 以上や, 町田ほか (1987)の火砕流堆積物の推定値 20 km³ 以上と比較して,

2~8 倍程度となった。したがって、洞爺噴火の総噴出量は、**230~310 km³**となり、DRE 換算値では、100~140 km³と推定される。洞爺噴火は、VEI7 クラスの噴火であったと考えられる。

(4) まとめ

阿蘇 4 噴火、始良 Tn 噴火、洞爺噴火に伴う降下テフラの噴出量の推定を行った。推定に当たっては、既存の陸域及び海域の降下テフラの情報をコンパイルし、新たに等層厚線図を作成した上で、降下テフラの噴出量と、総噴出量を推定した。区間積分法(宝田ほか, 2001)による推定では、阿蘇 4 降下テフラの体積は、590~920 km³ (240~370 km³DRE)と推定され、火砕流堆積物と合わせた阿蘇 4 噴火の総噴出量は、**840~1,640 km³** (380~790 km³DRE)となった。始良 Tn 降下テフラの体積は、440 km³ (180 km³DRE)と推定され、火砕流堆積物と合わせた始良 Tn 噴火の総噴出量は、**940~1,040 km³** (380~430 km³DRE)となった。洞爺降下テフラの体積は、150 km³ (60 km³DRE)と推定され、火砕流堆積物と合わせた洞爺噴火の総噴出量は、**230~310 km³** (100~140 km³DRE)となった。

海底降下テフラなどのデータが増えて来ており、これらを使って他の大規模カルデラ形成噴火の降下テフラの噴出量の見直しを進めていく必要がある。また、他の降下テフラの算出方法の適用による推定した噴出量の検証も必要である。今回の総噴出量推定では、阿蘇 4 噴火と始良 Tn 噴火は 1,000 km³以上の噴出量であった (VEI8) 可能性があることが示された。大規模カルデラ形成噴火の噴出量推定結果が、今後の長期的噴火予測、噴火の活動度評価、地球物理学的・岩石学的な定量的評価にとって、重要な基礎データとなることが期待される。

文献

Albert, P. G., Smith, V. C., Suzuki, T., Tomlinson, E. L., Nakagawa, T., McLean, D., Yamada, M., Staff, R. A., Scholout, G., Takemura, K., Nagahashi, Y., Kimura, J. and Suigetsu 2006 Project Members (2018) Constraints on the frequency and dispersal of explosive eruptions at Sambe and Daisen volcanoes (South-West Japan Arc) from the distal Lake Suigetsu record (SG06 core). *Earth-Science Reviews*, vol.185, p.1004-1028.

青池 寛・西 弘嗣・坂本竜彦・飯島耕一・土屋正史・平 朝彦・倉本真一・眞砂英樹・下北コア微化石研究グループ (2010) 地球深部探査船「ちきゅう」の下北半島沖慣熟航海コア試料—物性変動から予測される古環境変動—. *化石*, no.87, p.65-81

Aoki, K. (2008) Revised age and distribution of ca. 87 ka Aso-4 tephra based on new evidence from the northwest Pacific Ocean. *Quaternary International*, 178, 100-118.

青木かおり・新井房夫 (2000) 三陸沖海底コア KH94-3, LM-8 の後期更新世テフラ層序. *第四紀研究*, 39, 107-120.

青木かおり・山本浩文・山内守明 (2000) 「みらい」MR98-03 次航海及びMR99-K04 次航海で採取された海底コアの第四紀後期テフラ層序. *海洋科学技術センター試験研究報告*, no.41, p.49-55

新井房夫・町田 洋 (1983) 日本列島周辺の深海底テフラ・カタログ. 日本列島周辺の深海底堆積物の分析を中心とした第四火山活動と気候変動の研究, 昭和 57 年度科学研究費補助金 (総

- 合研究 A) 研究成果報告書, 7-34.
- 新井房夫・大場忠道・北里 洋・堀部純男・町田 洋 (1981) 後期第四紀における日本海の高環境—テフロクロノロジー, 有孔虫群集解析, 酸素同位体比法による—. 第四紀研究, 21, 209-230.
- 檀原 徹・山下 透・岩野英樹・竹村恵二・林田 明 (2010) 琵琶湖 1400m 掘削試料の編年_フィッ
ション・トラック年代とテフラ同定の再検討. 第四紀研究, 49, 101-119.
- 古澤 明 (2003) 洞爺火山灰降下以降の岩手火山のテフラの識別. 地雑, 109, 1-19.
- Furuta, T., Fujioka, K. and Arai, F. (1986) Widespread submarine tephra around Japan—
Petrographic and chemical properties. *Marine Geology*, 72, 125-142.
- Goto, Y., Suzuki, K., Shinya, T., Yamauchi, A., Miyoshi, M., Danhara, T. and Tomiya, A. (2018)
Stratigraphy and lithofacies of the Toya ignimbrite in southwestern Hokkaido, Japan:
insights into the caldera-forming eruption at Toya Caldera. *Jour. Geography*, 127, 191-
227.
- 河合小百合 (2001) 始良 Tn 火山灰 (AT) の等層厚線図と分布軸の再検討. 地球科学, 55, 51-54.
- 河合小百合・三宅康幸 (1999) 始良 Tn テフラの粒度・鉱物組成—広域テフラの地域的変異の一
例—. 地質雑, 105, 597-608.
- 工藤 崇 (2018) 十和田火山先カルデラ期噴出物に挟まれる洞爺火山灰. 地質調査研究報告, 69,
31-36.
- 工藤 崇・小林 淳 (2013) 十和田火山, 先カルデラ期~カルデラ形成期テフラの放射年代測定.
地質調査研究報告, 64, 305-311.
- Machida, H. and Arai, F. (1983) Extensive ash falls in and around the Sea of Japan from large
late Quaternary eruptions. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, 18, 151-164.
- 町田 洋・新井房夫 (1998) 日本列島周辺の深海底に分布するテフラ. 第四紀研究, 26, 227-242.
- 町田 洋・新井房夫・李 柄高・森脇 広・江坂輝弥 (1983) 韓半島と済州島で見出された九州起
源の広域テフラ. 地学雑誌, 92, 39-45.
- 町田 洋・新井房夫・百瀬 貢 (1985) 阿蘇 4 火山灰—分布の広域性と後期更新世指標層としての
意義—. 火山, 30, 49-70.
- 町田 洋・新井房夫・宮内崇裕・奥村晃史 (1987) 北日本を広くおおむ洞爺火山灰. 第四紀研究,
26, 129-145.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編 火山灰アトラス -日本列島とその周辺-. 東京大学出版会. 336p.
- 長橋良隆・佐藤孝子・竹下欣宏・田原敬治・公文富士夫 (2007) 長野県, 高野層ボーリングコア
(TKN-2004) に挟在する広域テフラ層の層序と編年. 第四紀研究, 46, 305-325.
- 中川光弘・藤岡換太郎・古田俊夫・小泉聡子 (1994) 日本海, Leg.127, 128 コア中の火山灰層.
月刊地球, 16, 691-698.
- 中嶋 健・吉川清志・池原 研・片山 肇・木川栄一・上嶋正人・瀬戸浩二 (1996) 日本海南東部に
おける海底堆積物と後期第四紀層序-特に暗色層の形成時期に関連して-. 地質学雑誌, 102,
125-138.
- 清水秋秀・鳥井真之・椎原美紀・尾田太良 (1997) 三陸沖海底コア KH94-3 LM8 PC5 の最下部
付近にみられる火山灰層から推定される基底の年代. 熊本大学理学部紀要(地球科学), 15, 1-

7.

- 白井正明・多田隆治・藤岡換太郎 (1997) ODP 日本海試料との対比に基づく男鹿半島安田海岸更新世中-後期テフラの同定と年代. 第四紀研究, 36, 183-196.
- Smith, V.C., Staff, R.A., Blockley, S.P.E., Ramsey, C.B., Nakagawa, T., Mark, D.F., Takemura, K., Danhara, T. and Suigetsu 2006 Project Members (2013) Identification and correlation of visible tephras in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronizing of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150ka. *Quaternary Science Reviews*, 67, 121-137.
- 宝田晋治・吉本充宏・北川淳一・平賀正人・山元孝広・川邊禎久・高田 亮・中野 俊・星住英夫・宮城磯治・西村裕一・三浦大助・廣瀬 亘・石丸 聡・垣原康之・遠藤祐司・野呂田 晋・新井田清信・石塚吉浩・工藤 崇・相沢幸治・本間宏樹・江草匡倫・石井英一・高橋 良 (2001) 有珠火山 2000 年噴火の降灰と火口近傍の状況. 地質調査研究報告, 52, 167-179.
- 竹村恵二・横山卓雄 (1989) 琵琶湖 1400m 掘削試料の層相からみた堆積環境. 陸水学雑誌, 50, 247-254.
- 八木浩司・早田 勉 (1989) 宮城県中部および北部に分布する後期更新世広域テフラとその層位. 地学雑誌, 98, 39-53.

