

[研究報文]

根域制限栽培した ‘ミューラー・ツルガウ’
樹の無機養分吸収量

岡本五郎・丸山暢之・平野 健

岡山大学農学部 〒700 岡山市津島中1-1-1

[Research Note]

Mineral absorption by ‘Müller Thurgau’ grapevines
under restricted root zone culture

G. Okamoto, N. Maruyama, and K. Hirano

Faculty of Agriculture, Okayama University

Tsushima-naka, Okayama 700, Japan

Grapevines planted in isolated soil beds at high density can produce a high crop yield in the early years. To ascertain the optimal fertilization program under such culture conditions, three-year-old ‘Müller Thurgau’ (*Vitis vinifera*) vines were grown under sand culture and supplied with liquid fertilizer through the irrigation water. Vine sampling was done at bud burst, blooming, veraison, harvest and leaf fall. Dry matter accumulation and mineral absorption in various parts of the vine were determined. The rate of N absorption increased after blooming and reached 28.6 mg/day during berry ripening. Both K and Ca were absorbed in large amounts after bud burst. The maximum rates of absorption for K (67.3 mg/day) and for Ca (38.4mg/day) occurred during berry ripening. Absorption of Mg was rapid only after veraison. P absorption was less dynamic and rather constant during the growing season. (Accepted for Publication 21 February 1995)

Key words : restricted root zone culture, high density planting, mineral absorption, Müller Thurgau

近年、果樹の密植・根域制限栽培の研究が進み、ブドウ、温州ミカン、モモ、チェリーなどでは経済栽培も一部で行われている。この方式の利点は、植え付けてから1, 2年で成園なみの収量が得られること、幼樹期から果実の品質、食味が優れること、排水不良地や土質の劣悪な場所でも栽培ができることなどである。ブドウの根域制限栽培について、今井ら(7, 8)は‘巨峰’で、岡本ら(9)はワインブドウで実験し、定植の当年から1.5 t/10 a程度の収量を上げることができ、果実の品質も優れることを報告している。根域制限栽培では狭い根域内に多くの根が密集するので、土壌の乾燥が非常に早く、自動かん水指令装置やタイマーを利用したかん水システムが必要である。施肥の方法についても、一般のブドウ栽培で行われている基肥中心のやり方では、根群が浅いために一時的に過剰吸収されたり、頻繁なかん水によって肥料分が流亡することが予想される。したがって、液肥の周年施用方式が、樹勢の調節や果実品質を高めるのに有効である。液肥の濃度について、岡本ら(10)は、発芽前から幼果期までは窒素60ppmを含む総合液肥を与え、硬核期または成熟期からは液肥の濃度を3分の1に減らすと、‘巨峰’の果粒の肥大と成熟が良好になることを示した。しかし、与えた肥料分のどれだけが樹に吸収され、どれだけが土壌中に残存、あるいは根域外に流出したか、明らかにしていない。施肥の経済性や肥効の確実性を高め、培土の塩類集積や園外への肥料分の流出を避けるために、肥料成分の吸収量とその吸収パターンを正確に把握することが重要である。本実験では、砂耕で養液栽培したワインブドウ‘ミュラー・ツルガウ’樹について、各生育段階ごとの多量要素の吸収量を測定した。

材料と方法

1993年3月に、岡山大学農学部(岡山市津島)のガラス室内に2 m間隔で砂耕ベッド(幅0.6 m, 深さ0.2 m)を設置し、3年生の‘ミュラー・ツルガウ’(SO4台)20樹を0.5 m間隔で植え付けた。大塚ハウス液肥1号と2号を用いて、発芽期からベレゾーン期まではN; 60ppm、その後は20ppmの濃度で週に2回、1樹に2 ℓを与えた。N; 60ppmの場合の無機塩組成は、 KNO_3 : 27.0 g, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$: 31.7 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 16.7 g, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$: 5.0 g, EDTA-Fe: 1.5 g, H_3BO_3 : 0.3 g, $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: 0.2 g, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 22 mg, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: 5 mg, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 2 mg (いずれも100 ℓ当たり)で、pHはKOHで6.0とした。かん水はタイマーにより、1日に1~2回、ノズル散水した。発芽期(4/9)に5樹を掘り上げ、根、幹(台木、3年枝及び2年枝)、母枝の各部位に解体した。根は水没法により体積を求め、幹や母枝は長径、短径、長さを計測してから、それぞれの乾重を測定した。その結果から、根についてはY(乾重)とX(体積)の間に、

$$Y = 6.595 + 0.399 X \quad (r = 0.981)$$

の回帰式を、また、地上部の各部についてはY (乾重) とX (長径×短径×長さ) の間に、 台木 : $\log Y = 0.939 \log X - 6.991$ ($r = 0.946$)

$$3 \text{ 年生枝} : \log W = 0.744 \log X - 4.843 \quad (r = 0.919)$$

$$2 \text{ 年生枝} : \log W = 1.192 \log X - 9.714 \quad (r = 0.993)$$

$$\text{母枝} : \log W = 1.399 \log X - 11.782 \quad (r = 0.943)$$

の回帰式を得た。これらの式から発芽期にサンプリングしない全個体について、各部の乾重を推定した。

発芽期後、1樹に6新梢、1新梢に1~2花房に制限して生育させた。花房の整形や果房の摘粒、新梢の摘心などは行わなかった。開花期(5/18)、ベレゾーン期(7/7)、収穫期(8/13)、落葉期(11/18)、翌年の発芽期(4/20)に各4樹を掘り上げ、上に示した各部位と、新梢の基部及び先端部の茎、葉、副梢、花(果)房に解体した。各部の乾重を測定し、発芽期に推定した乾重との差から乾物増加量を推定した。各部のN, P, K, Ca, Mg濃度を常法により分析し、乾物増加量から吸収量を求めた。別の6樹は果実収穫期まで栽培を続け、新梢の生長と果実の収量、品質を調査した。収穫果実はサッポロワイナリー岡山工場で、果汁のTSSを20%に、滴定酸を0.7%に補糖、補酸してから試験醸造した。

結 果

1. 樹体の生長と果実の収量、品質

樹体各部位の乾重の変化を Fig. 1に示す。地上部について見ると、開花期から収穫期までは新梢の葉と茎が、また、ベレゾーン期から収穫期にかけては果実の乾重増加が急速であった。なお、落葉期から発芽期にかけての茎重の減少は、冬季せん定によるものである。根の乾重は発芽期から開花期にかけていったん減少した後、ベレゾーン期までと収穫期から落葉期にかけて細根重が大きく増加した。幹や母枝、太根などの乾重の変化はわずかであった。新梢の生長を1樹当たりの総葉面積の増加で示したのが Fig. 2である。葉面積の拡大は幼果期中期の6月下旬にほぼ終了した。なお、この時期のLAIは約1.9であった。

収量は1樹当たり1.66kgで、果汁のTSSは18.0%、滴定酸は0.52g/100ml(酒石酸換算値)であった。ワインの酒質は、糖酸のバランス、口当たりはよいが、ボディ感、華やかさ、香りに欠ける、などの評価が与えられた。

2. 無機要素含有量の変化

樹体各部に含まれるN, P, K, Ca, Mg量(1樹当たり)の季節的变化を Fig. 3に

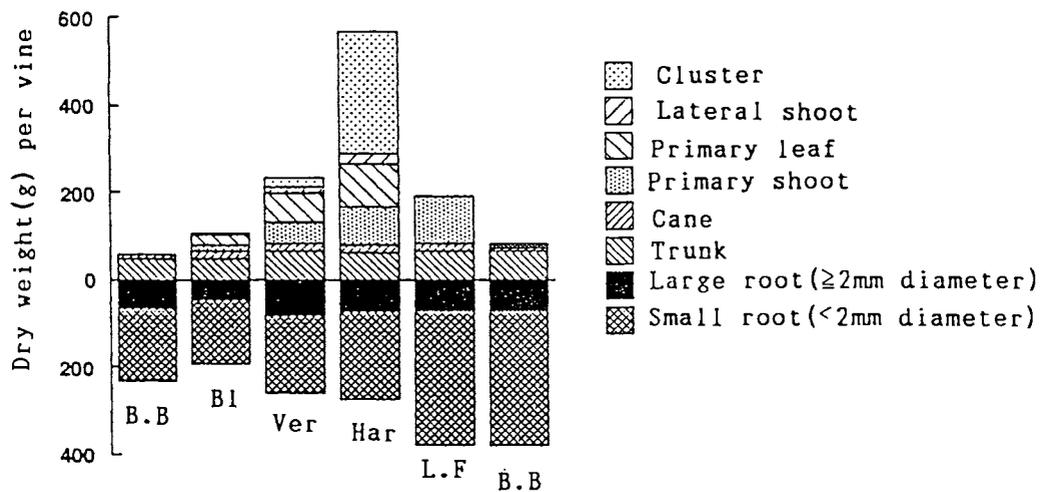


Fig. 1. Dry weight of various parts of 'Müller Thurgau' grapevine under restricted root zone culture. B.B:bud burst, Bl:blooming, Ver:veraison, Har: harvest, L.F:leaf fall.

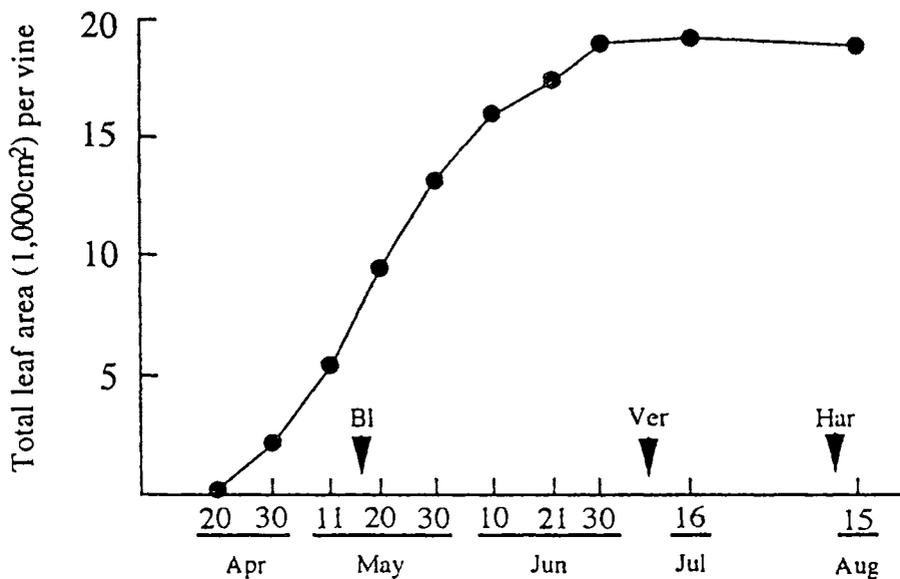


Fig.2. Leaf development of 'Müller Thurgau' grapevine under restricted root zone culture. Bl: blooming, Ver: veraison, Har:harvest.

示す。Nの増加は発芽期からベレゾーン期には新梢の葉で、ベレゾーン期から収穫期には果実で、収穫期から落葉期には新梢の茎で顕著であった。根中のNは、発芽期から開花期にかけて減少し、収穫期から落葉期にかけて大きく増加した。PもNとほぼ同じ傾向を示した。K, Ca含量の変化はN, Pとは明らかに異なり、発芽期から地上部、地下部とも増加した。すなわち、Kは発芽期から細根、幹、新梢でまず増加し、開花期後は新梢(茎と葉)で、また、ベレゾーン後は果実中に急激に蓄積した。Caは主として開花期から新梢と太根で増加し、ベレゾーン後は新梢と果実、細根で増加した。Mgは発芽期からベレゾーン期まで細根中で減少するとともに、新梢の葉で急増した。ベレゾーン期から細根のMgが急増して収穫期には発芽期のレベルに回復し、果実中でも著しく増加した。

いずれの要素も、収穫期あるいは落葉期以降の変化は少なかった。

3. 無機要素の吸収速度および累積吸収量

発育期間ごとの1樹・1日当たりの各無機要素吸収量を Table 1 に示す。Nの吸収は生育が進むにつれて活発となり、ベレゾーンから収穫期にかけては28.6mg/dayのNが吸収された。収穫期から落葉期までもかなり活発にNは吸収されたが、その後はごくわずかとなった。Pは開花期から落葉期まで、1日2.5~4.6mgの速度で吸収された。KとCaは発芽期から収穫期まで活発な吸収が続いたが、ベレゾーン期から成熟期の間にはKは

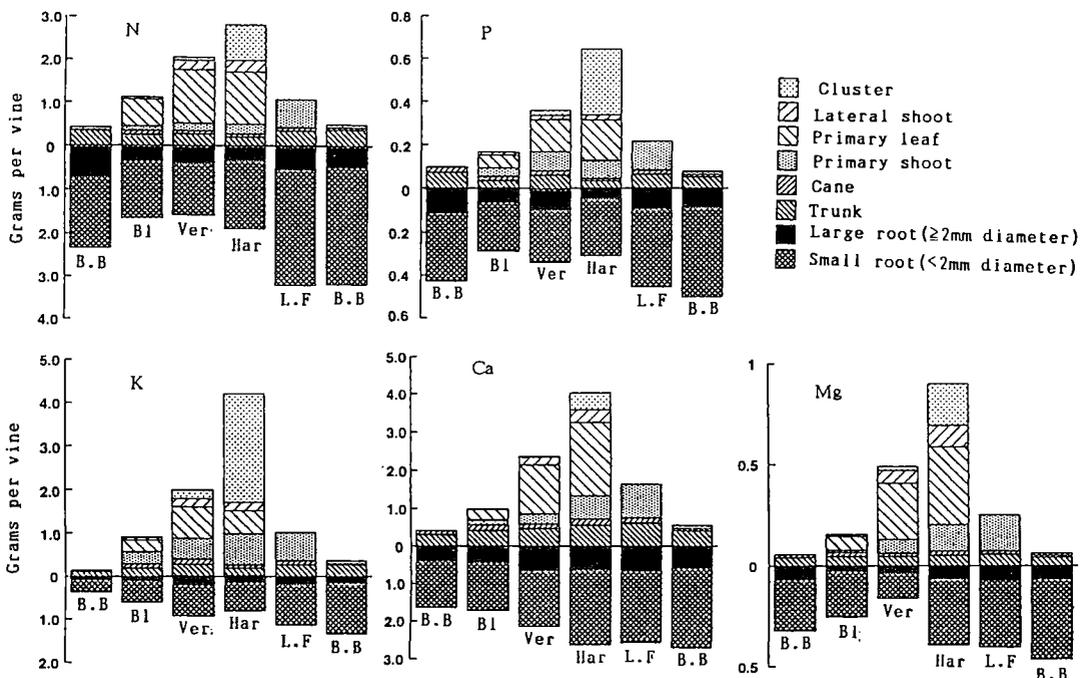


Fig.3. N, P, K, Ca, and Mg contents (g per vine) in various parts of 'Müller Thurgau' grapevine under restricted root zone culture. B.B:bud burst, Bl: blooming, Ver: veraison, Har:harvest, L.F: leaf fall.

Table 1 Mineral absorption rate (mg/day) during various developmental periods of 'Müller Thurgau' grapevine

Period	N	P	K	Ca	Mg
Bud burst to blooming(39) ^a	5.9	0.0	36.4	15.9	5.4
Blooming to veraison(50)	11.6	3.2	17.8	31.8	1.4
Veraison to harvest(37)	28.6	4.6	67.3	38.4	18.9
Harvest to leaf fall(97)	13.3	2.5	5.8	2.5	0.5
Leaf fall to bud burst(153)	1.5	0.3	1.8	0.5	1.2

^a Values in brackets are duration (days) of each developmental period.

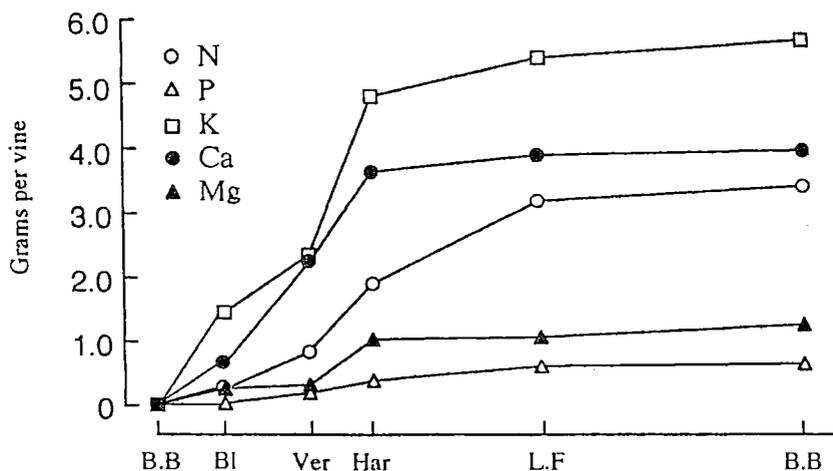


Fig.4. N, P, K, Ca, and Mg absorption by 'Müller Thurgau' grapevine under restricted root zone culture. B.B, bud burst; Bl, blooming; Ver, veraison; Har, harvest; L.F, leaf fall.

67.3mg/day、Caは38.4mg/dayの最大値を示した。Mgは成熟期にのみ急速に吸収された。これらの各無機要素の、発芽期から翌年の発芽期までの累積吸収量（1樹当たり）を示したのが Fig.4である。量的にもっとも多いのはKで、1年間で5.6 g吸収され、そのほとんどは収穫期までに吸収された。次いで多いのはCaの3.95gで、これも収穫期までに吸収がほぼ終了した。Nは落葉期まで吸収が続き、最終的には3.39gの吸収量となった。MgとPの年間吸収量はそれぞれ1.21g、0.61gと少なかった。

考 察

果樹の要素吸収量を直接的に調査するには、各時期に個体を掘り上げて解体し、乾重と分析値から含有量を求める方法が一般的である。しかし、果樹は個体が大きく、根をすべて回収することが困難で、生長のばらつきも大きいため、吸収量を正確に算定することが非常に困難である。本実験では、相対生長 (allometry) の法則 (15) に基づく樹体各部の容積と乾重との回帰式を求めることによって、各樹の実験開始時の乾重を比較的正確に推定し、その後の乾重の増加と養分吸収量を算出した。

ブドウの無機要素吸収量の測定は、高橋ら (11, 12) 小豆沢ら (1, 2, 3, 4) が種々の樹齢や葉面積指数の 'デラウエア' および '巨峰' の若木について、器官別、生育期間別に行っている。それらの結果をみると、Nの年間吸収量は10 a 当たりおおよそ10kg、Pは2~3kg、Kは7~9kg、Caは7~8kg、Mgは1kgである。本実験で供試した 'ミュラー・ツルガウ' 樹は樹間0.5m、列間2mで栽植しているので、10 a 当りに換算すれば、N : 3.4kg、P : 0.6kg、K : 5.6kg、Ca : 4.0kg、Mg : 1.2kg となる。これらの値は、Mgを除けば、上記の吸収量に比べて著しく少なく、とくにNとPは約3分の1、Caは約2分の1である。これは、本実験の供試樹は幹や根が細く小さいことが一因であろう。つまり、一定面積のブドウ園で標準的な収量を得る場合、幹や古い枝、太い根のサイズが小さいほど、養分吸収量が少なくて済む。収穫期に、樹全体の乾重に占める結果枝 (葉、茎、果実) の割合は、普通栽培の成木 'デラウエア' では約47%であるが (4)、本実験の供試樹は約78%で、大きな相違がある。また、樹体各部への吸収時期を比較すると、本実験の供試樹ではNを除く各要素のほとんどが収穫期までに吸収され、その後の吸収はわずかである。これは、根域制限栽培では果実の成熟期以降、ほとんどおそ伸びがない (7, 9, 10) ことに関連している。小豆沢ら (1) は、普通栽培の3年生 'デラウエア' では、収穫期後もかなりの量の多量要素が葉、1年枝、根に吸収されることを報告している。

本実験で得られた根域制限ブドウ樹の要素吸収パターンが、栽培的にもっとも好適なものであるか否かは、検討の余地がある。一般的に、新梢、根、果房の初期生育期には窒素を中心とした肥効を高め、果実の成熟期には窒素の肥効を抑えることが、樹勢を低下させることなく良果多収を続ける施肥のあり方と考えられる (5, 6, 13, 14)。今後、ここで得られた吸収パターンを部分的に修正した何種類かの施肥プログラムで栽培試験を行うことによって、ワインブドウの収量と品質をさらに向上させる施肥体系が確立されるものと考えられる。

要 約

ブドウ樹の根域制限・密植栽培では植え付け初年度から成園なみの収量を得ることができ、この栽培方式では、かん水及び施肥はノズルまたは点滴かん水ラインを利用して行われる。この場合の最適施肥プログラムを確立するために、3年生の‘ミュラー・ツルガウ’樹を砂耕して、発芽期、開花期、ベレゾーン期、収穫期にサンプリングし、各時期までの多量要素吸収量を測定した。Nの吸収は開花期後増加し、成熟期中は1樹・1日当たり28.6mgが吸収された。KとCaは発芽期後から活発に吸収され、Kは成熟期に最高値の67.3mg、Caは38.4mgに達した。Mg吸収はベレゾーン後にのみ活発(18.9mg)であったが、Pは開花期から落葉期まで2.5～4.6mgの範囲内であった。

謝 辞

この研究報文および前報⁹⁾は、平成4年度から6年度までの3年間にわたる岡山大学学内特定研究「農作物の生育・品質に関する総合的研究」を分担して行った研究の成果である。記して感謝の意を表す。

文 献

1. 小豆沢 齊・高橋国昭, 1983, ブドウの無機成分に関する研究(第2報), 園学要旨 昭58秋: 88-89.
2. 小豆沢 齊・高橋国昭, 1985, ブドウの無機成分に関する研究(第3報), 園学要旨 昭60秋: 84-85.
3. 小豆沢 齊・安田雄治・榎野康行, 1994, ブドウ‘デラウエア’における無機成分含有量の季節変化, 園学雑, 63 別1: 120-121.
4. 小豆沢 齊・安田雄治・榎野康行, 1994, ブドウ‘デラウエア’における乾物生産の季節変化, 園学雑, 63 別1: 122-123.
5. Conradie, W. J. 1990. Distribution and translocation of nitrogen absorbed during late spring by two-year-old grapevines grown in sand culture, Amer. J. Enol. Vitic. 41: 241-250.
6. Conradie, W. J. 1991. Distribution and translocation of nitrogen absorbed during early summer by two-year-old grapevines grown in sand culture, Amer. J. Enol. Vitic. 42: 180-190.
7. 今井俊治・志俵政夫・古井シゲ子・藤原多見夫, 1990. 根域制限下におけるブドウ

- ‘巨峰’の樹体生長と果実生産. 近畿中国農研, 79 : 44-49.
8. 今井俊治・藤原多見夫・田中茂穂・岡本五郎. 1991. 根域制限栽培のブドウ‘巨峰’の樹体生長と果実発育に及ぼす土壤水分の影響. 生物環境調節 29 : 133-140.
 9. 岡本五郎・平野 健・谷本英治・丸山暢之. 1993. ベッド栽培した2年生‘ミュラー・ツルガウ’ (*Vitis vinifera* L.) の果実収量と品質. ASEV Jpn. Rep. 4 : 2-8.
 10. 岡本五郎・野田雅章・今井俊治・藤原多見夫. 1991. 根域制限した‘巨峰’ブドウの生育と果実の発育に及ぼす液肥濃度の影響. 岡山大農学報, 78 : 27-33.
 11. 高橋国昭・小豆沢 齐. 1982. ブドウの無機成分に関する研究(第1報). 園学要旨 昭57秋 : 50-51.
 12. 高橋国昭・小豆沢 齐. 1982. デラウエアにおける器官別組織別の無機成分含有率、含有量および吸収量について. 園学要旨 昭62秋 : 98-99.
 13. Wermelinger, B. and W. Koblet. 1990. Seasonal growth and nitrogen distribution in grapevine leaves, shoots and grapes. *Vitis* 29 : 15-26.
 14. Williams, L. E. and P. J. Biscay. 1991. Partitioning of dry weight, nitrogen, and potassium in Cabernet Sauvignon grapevines from anthesis until harvest. *Amer. J. Enol. Vitic.* 42 : 113-117.
 15. 依田恭二. 1971. 森林の生態学. pp. 22-37, 築地書館, 東京.