

(33) 測量への環境情報収集に関する試み

A STUDY ON THE RECORD OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS TO SURVEYING

松山正将* 花渕健一* 菊地清文*

Tadamasa MATSUYAMA, Kenichi HANABUCHI and Kiyonori KIKUCHI

ABSTRACT; At present surveying are carried out in accordance with survey law and enforcement regulation of survey law on the developmental areas, technical standards and satisfy to observation accuracy. However for surveying of the future the time has now arrived when the civil engineer must satisfy not only the persons concerned in the development, but also the neighbouring residents, by providing value-added surveying in order to meet today's demand for the preservation of natural environment, landscape design and environmental conditions.

KEYWORDS; surveying, environmental conditions, topographic map, topography

1: はじめに

自然界を直接対象として働きかける土木工学においては、自然との共生という本来の土木技術の目標を質的に深めていく努力が必要にも思われる。このような視点で建設分野における「測量」を通して環境保全の在り方を考える場合、開発対象地域の開発行為に先立って実施される測量に、従来よりも積極的に植生や表土の状態、景観等多くの環境情報を収集記録して、主題編集地図としての「環境地図」を作製していくことが強く要請されているように理解される。と同様に、環境保護の具体的なかつ身近な問題になると我々の生活感覚に相応しい縮尺と表現を有する地図に基づいた検討が必要になる。しかし、一般に入手可能な地図の縮尺は、国土基本図の1/25000か1/5000であり、ごくまれに市町村で作製されている1/1000等もあるが、より詳しい地図の入手は不可能に近い。従って、身近な環境保護を考えていくためには、検討する前提として「精度の高い大縮尺の地図作製」が必要となる。特に自然環境保護を考えようとする地域では、植生と尾根や谷の斜面との関わりを微地形とともに把握するためにも不可欠と考えられる。

本報告は、測量における「測点(定点)での環境情報収集」の必要性を、方法論でいう(1)方法の提示、(2)現実への適用、(3)有効性の検証という形式において、(1)の方法の提示に主眼をおき、大縮尺の地形図づくりと併せて例示するものである。

2: 観測方法

2-1 観測対象地域: 史蹟や文化財を包含し市街化問題と関わりの深い地域を考慮して、諸般の事情で未だ史蹟指定されていない仙台城址を中心とする史蹟保存対象地域(図-1)を選定した¹⁾。

仙台城は、初代の仙台藩主伊達政宗によって慶長5(1600)年から慶長7(1602)年に築かれたもので、今日すでに390年の年月が流れている²⁾。この間に、大地震や落雷などの天災に遭い何回かその姿を変えている。明治8(1875)年には本丸天守台の建物全てが取り壊され、明治15(1882)年二の丸の火災でほとんどの建物が焼失、昭和20(1945)年の空襲では残っていた大手門と隅櫓が全焼してしまった。しかし、仙台城址は人々から「青葉城」の名で親しまれ社の都仙台市のシンボルとして全国から数多くの観光客を集め、史蹟としても価値の高い城址であることは間違いない。現在は、本丸北面の石垣と昭和40(1965)年再建された隅櫓で往時を偲ぶのみである。



図-1 史蹟保存対象地域

ここでは現在仙台城址の抱えている主な二つの問

*東北工業大学工学部土木工学科 Department of civil engineering, Tohoku Institute of Technology

題について簡単に解説する。一つはこの地域の土地所有に関する問題である。仙台市教育委員会の文化財保護委員会が答申している史蹟保存対象地域は、仙台城址を中心に約1 km四方となっていることから、国有地をはじめ国が終戦直後被災者の住宅地として民間に貸与した追い廻し地区、仙台市の市有地、そして宮城県護国神社の私有地等多くの所有者が関連していることである。そしてもう一つは、史蹟保存対象地域のほぼ中央を貫くようなかたちで走り、かつ本丸石垣直下を通る路線、川内～旗立線の問題である。この路線は近年の宅地開発に伴い、市南西部の諸団地と市中心街を最短距離で結ぶ生活道路としての利用が増えてきているという事である³⁾。この事より以前から監視対象となっていた本丸石垣の崩壊に対する交通の安全確保という問題⁴⁾と、現在の代替路線として計画されていた道路構想が、国の特別天然記念物である東北大学理学部附属植物園（御裏林:おぼりん）⁵⁾の貴重な自然環境を破壊しかねない等の理由から頓挫し新たなルート確保を要請される等関連する多くの問題を内包している⁶⁾。

このような経過から史蹟指定申請に足踏状態が続いているわけであるが、仙台城址一帯の自然環境の荒廃は日々進行しており、特に本丸天守台東側側崖部や西側御裏林から隅櫓に至る道路沿い斜面が崩壊の繰り返しにより昔の姿を変えてきていることから、史蹟としての価値は徐々に低下してきているものと考えられる。また、これら崩壊等の現象を比較検討する基礎的関連資料も少ないのが現状であり、仙台城址をはじめ周辺の現況を正確に把握する大縮尺の地形図作製も欠かせないものと思われる。

2-2 地形測量と樹木調査：著者等は前述したように、仙台城址を中心とする史蹟保存対象地域の地形図づくりに取り組み、従来の測量に環境情報を積極的に収集して主題編集地図としての「環境地図」へ発展させたいと考えていることから、次の点に配慮して測量を実施した。地形図骨組みの基本となる測点は地形や見通しそして後続測量を考慮して配置し、光波測距儀にて閉合トラバース測量を行い、測点の三次元的位置を確定した。この測点に基づいた細部測量（平板測量）の縮尺は、地物の他に自然環境情報として樹木と微地形を詳細に把握するために1/300とした（今回例示する地域は、市有地部分とする）。

樹木調査では、1/300の地形図に位置確認された胸高直径（地上高130cmの直径）10cm以上の針葉樹と広葉樹の種類、樹高、枝張り、樹齢等を測定し各々の記録カードを作製した。ここで、枝張りについては、樹木の四方面に伸長した枝の幅を指し、東西方向、南北方向について測定し、一部の突出した枝は含まないものとしている。また、樹齢については年輪測定のため生長錐を用いてサンプルコアを採取し、ルーペにより年輪を数え胸高直径との相関性及び仙台市における名木古木のデータ⁷⁾、樺並木のデータ⁸⁾、「仙台城址の自然」のデータ⁹⁾等を加えて推定樹齢を求めた。

2-3 測点（定点）での景観記録：測点での環境情報の観測は環境地図としての平面的表現だけではなく、その測点から観測できる景観等、日常生活で観察できる立体的情報も不可欠と思われる。現在まで景観記録を実施した地域は、図-2のように仙台城にゆかりのある青葉山周辺等170 定点である。撮影は解像能力、操作性を考慮し、一眼レフカメラを角度設定が容易なトランソットに取り付け（定点景観撮影機）、定点にカメラの中心が地上から150cm

になるように据え付け、磁北を基準に原則として鉛直角0度（水平面）の8方位45度刻み8枚を右回りに撮影した。保存すべき景観あるいは開発行為で変化が予想される景観が、水平写真内に納まらない場合は、俯角、仰角をつけて撮影し景観の連続性に配慮した。記録された資料は図-3に示すように、一つの定点に定点全周囲写真資料（左）と定点周囲地形図資料（右）の二種類を一組とし、これを定点全周囲景観記録資料とした。

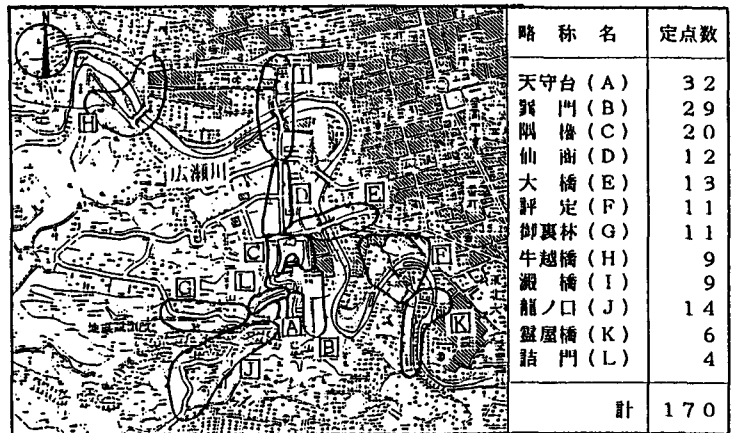


図-2 景観記録実施地域

3: 結果及び考察

3-1 地形図と樹木

自然環境を構成している諸要素（地形、植生、水系、土壌、動物、気象）の組合せを観察することによって、その地域の自然環境の特徴を把握できることはよく知られていることである。また自然に対する開発行為の干渉程度と自然の抵抗性を観察する場合についても、これらの要素が判断資料として活用

できることは明らかである。地形図作製にあたって配慮したことは、樹木が持つ空気浄化作用や保水機能、表土固定、景観効果等の諸要素を再評価し、胸高直径10cm以上の樹木の位置を確定したことである。また、地図表現までには検討を残しているが樹木位置と斜面勾配の変化等に注意し斜面崩壊箇所など

微地形や地表水の流路等の把握に努めた。図-4は仙台城址本丸天守台地形図(仙台市有地部分)で、等高線間隔は50cmとし地形図の中の黒い点が樹木である(メッシュは植物調査の正方形植栽25m×25mであるが、今回この説明は除く)。天守台は西側から東側へ緩やかに傾斜しており、現在設置されている2箇所の排水路約83mでは、急崖線の延長距離約280mをカバーできず、雨水のほとんどが急崖側へ流れ落ち表土崩落繰り返しの大きな要因の一つになっている。地形図のメッシュ内の数値は表面流出の値で、天守台東脇槽跡に設置した雨量計で観測された昨年(1992年)の最大日降雨量92mmの値と降水分布割合を樹冠消失25%、樹木地下吸収15%、地表流出25%、地下貯留35%と仮定してシュミレートしたものである。また、矢印は地表水の流れる方向を示している。特に計算値と降雨時の観察では、メッシュ番号のO-11とN-16には地表水等が集まらぬよう対策が必要と思われる。

文献によると、昭和38(1963)年本丸一帯に植樹したと記録されているが²⁾ 詳しい資料は残っていない。今回の調査では全面積18100㎡に、28種類509本の樹木が点在していることが確認された。主体はアカマツで全体の約27%を占めており、表-1のような種類であった。アカマツの特徴としては、陽樹であり乾燥した山地のやせ地に純林をつくるということであるから、この地域における環境を垣間みることができる。また庭園樹としても評価が高く、防風効果も兼ね備えているなど、視覚的にとらえたときに映る景色眺望は天守台としての雰囲気づくりに効果的でもある。表-2の樹木総括表に概略の樹木形状を示したが、占有率を示す樹木の総基底面積(胸高直径水平断面面積の総和)は天守台面積の0.4%ほどになっている(今回例示の地域は市有地部分のみであり、宮城県護国神社地域を含めた本丸全体は今後の問題)。

樹齢に関しては文献をはじめ生長錐等によるサンプリングと、この地に慶長15(1610)年に大広間そしてこれと前後して御座間、御書院など数棟が建設されていたこと、明治8(1875)年にはこれらの建物が全て破却された事を考慮すると、ほとんどが明治8年以降の樹木であると推測できる。しかし急崖沿いや諸館建物跡地以外にある胸高直径70cm~146cmの樹木48本については、以前の城址を想

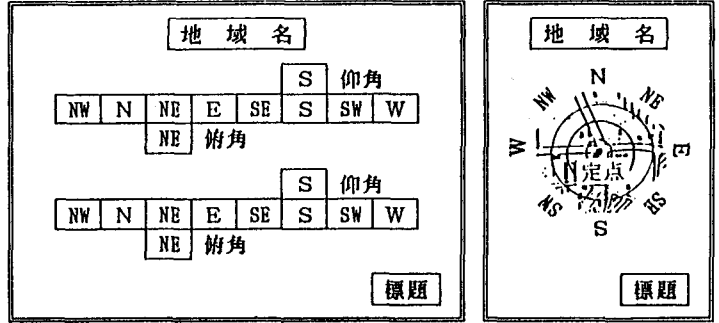


図-3 定点全周囲景観記録資料

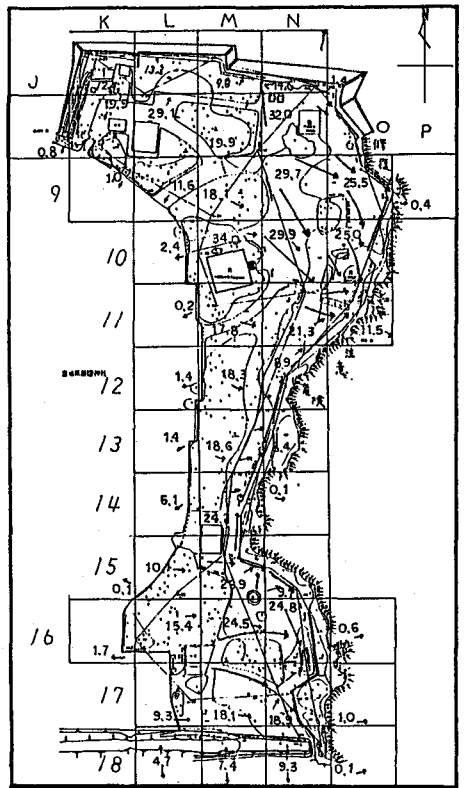


図-4 本丸天守台地形図(1/300)

い起こさせる古木（推定樹齢100年～250年）であると考えられる。

図-5の樹冠投影図は、位置確認された樹木ごとの最大枝張りの値を直径として円を描き表現したもので、枝葉が占める樹冠面積は約15600㎡で全体の86%程になることが明らかになり、同時に天守台の樹冠の疎密度の把握が容易になった。

この樹冠投影図を参考に樹木の根の張り具合に着目した場合、根系が少なくとも樹冠面積の1/2 土中に張りめぐらされていると想定すれば、天守台の歩道や建物等の面積を除くほとんどの地域を網羅し、表土固定に寄与していると思われる。急崖部の樹木は樹高にして30m、枝張り15m、胸高直径60cmほどの古木が一定間隔で根付いており、これらの樹木は養分補給のため自らの根系スペースをしっかりと確保し、低木の根付く余地がない。現在は枝葉とのバランスを保ち、城址としての趣を添えており安定状態にあると観測されるが、強風や雨水による浸食が進み急崖上の樹木が倒木する場合は、幅にして4～5mは一気に崩落していくことも考えられる。此等は古木であるため今後も継続して管理しなければならない樹木群であり、写真-1のような急崖部の後退を防ぐためにも新たな植樹計画も含め保全の必要性は大きい。図-6はメッシュ10の東西方向の樹高と地形断面の関係を示したものである。写真-1メッシュN-13急崖部

表-1 天守台における樹種

種類	本数
アカマツ	138
カスミザクラ	62
ヒバ	59
カエデ	44
コナラ	43
スギ	34
モミ	32
モミジ	22
ケヤキ	16
アカガシ	9
クマシデ	9
ニレ	9
ツバキ	3
アオダモ	2
アカシデ	2
アベマキ	2
シダレザクラ	2
シロダモ	2
タチヤナギ	2
ミズキ	2
イチヨウ	1
イヌシデ	1
イヌツゲ	1
イヌブナ	1
ウメ	1
オオイタヤメイゲツ	1
カヤ	1
ヤブツバキ	1
根腐木	7
合計	509

表-2 天守台における既存木総括表

該当面積	18100 (㎡)
樹冠面積	15600 (㎡)
基底面積	76 (㎡)
樹高平均	16 (m)
胸高直径平均	37 (cm)
最大樹高	34 (m)
最大胸高直径	146 (cm)
最大樹冠	20 (m)
最大推定樹齢	250 (年)
天守台における最大樹木	
位置・樹種名	N-13・コナラ
樹高	26 (m)
胸高直径	146 (cm)
枝張り	20 (m)
推定樹齢	250 (年)

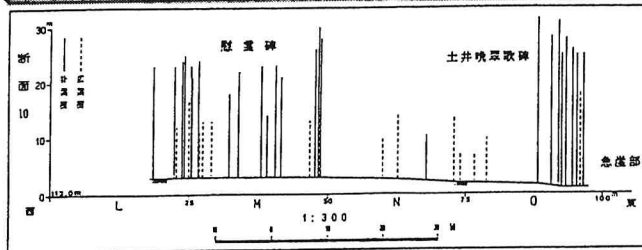


図-6 メッシュ10 樹高と地形断面

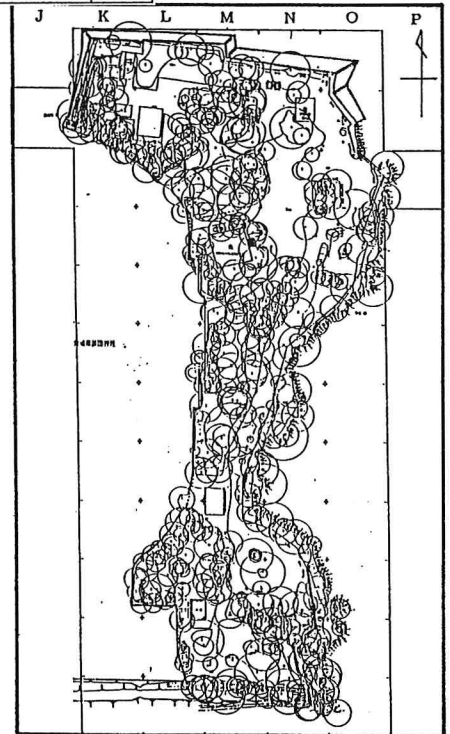


図-5 樹冠投影図 (仙台市有地部分)

以上のように地形と樹木の関わり等自然環境についてこまやかな検討ができるのは、大縮尺の地形図があつて初めて可能となる。「環境保護」を具体的に進めていくためには、その下地となる地図づくりに新たな視点に立った測量の活用が必要と思われる。^{10), 11)}

3-2 景観記録

景観記録の比較として170定点のうち最も変化の大きかった地域は、隅樽(C)地域の定点C9~C14、仙商(D)地域の定点D9~D12、大橋(E)地域の定点E1~E13の定点であつた。理由は仙台国際センター(1991年9月竣工)関連工事によるものである。此等の中から特に、大橋地域の定点E1の方位Wの施工前の景観(写真:1990年12月17日)と施工後の景観(写真:1991年11月7日)を写真-2に例示して、若干特徴を述べる。この交差点は仙台駅から市繁華街を通る青葉通りと接続しており、仙台城址のある青葉山へいざなう視線誘導の意味からも重要なポイントと思われる。車道幅員を3車線から4車線へと拡幅電柱や電話線等を地下埋設し、街燈の形状、歩道のデザイン、色彩、植栽等考慮して施工されていることが伺える。この変化に対する考え方として、一つには車線増加により日常交通はもちろん、会議目的あるいは観光目的のための交通渋滞解消に役立ち、見通しも良くなり仙台国際センターにふさわしい新たな景観が創造されたと評価する考え方がある。また一つには、史蹟指定が

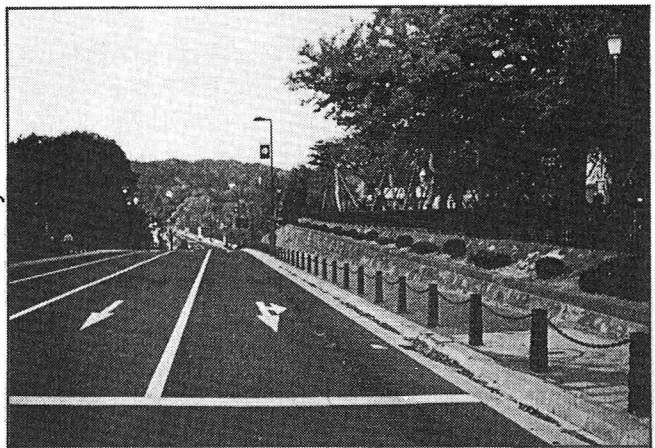
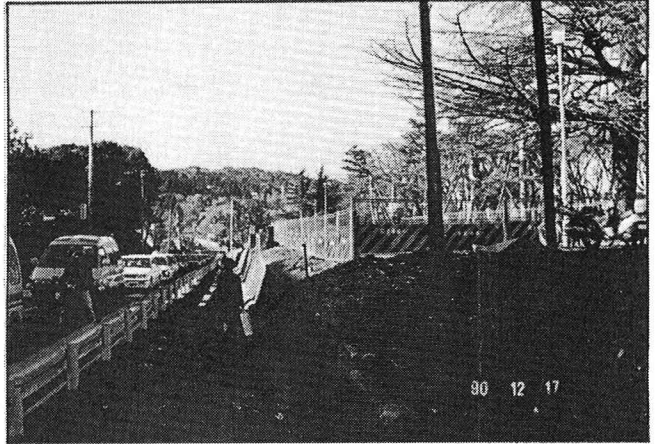


写真-2 定点E1方位Wの景観比較(上:施工前、下:施工後)

叫ばれているなかで、昔の景観を残している数少ない地域に、近代的建築物を建て地形を改変して道路整備したことが最良の選択であつたのか疑問を呈する考え方もある。著者等は、仙台市の街づくりの核のひとつに仙台城址を位置付けたマスタープランの必要性と、それに基づく景観アセスメント等を実施し、市民とのコンセンサスを広げていけるようなきめの細かい検討が必要と考えている。

景観記録で非常に重要な要素である「同位置」、「同アングル」での撮影は、測量の測点(定点)利用と定点景観撮影機を使用することで可能となる。しかし、8方位45度刻みの画面(8コマ)は太陽光線の影響で絞りやシャッター速度の変化が大きく、隣接する画面でありながら明るさに差異が出て連続写真として不自然さができること、撮影時間差によって生ずる道路上歩行人物や走行車両等の有無、画面上の上下左右の微妙なずれ等、写真記録の限界も明らかになった。

今後の展開としては、定点記録された景観を画像取込装置に読み取らせて処理しデータベースとして検索可能とし、平面的地形図情報と重ねあわせ任意の方位の画像を引き出せるシステムを構築すれば、景観設計や景観監視等に有効に活用できることは明らかであり、測点(定点)での景観記録収集の必要性は非常に高いことが認識される¹²⁾。

4:おわりに

今日の地球環境情報収集に威力を発揮しているリモートセンシングは、マクロ的視野での情報であり、地球規模の環境を考える上で欠かすことのできないものである。我々の今回提示している方法は、従来の

測量に新たな付加価値を盛り込むためのものであり、身近な環境を通して環境保全を考えるミクロ的視野での環境情報収集・記録・解析方法の導入と考えている。具体例として、樹木の持ち合わせている諸要素を取り上げて見たわけであるが、樹木や微地形情報を取り込んだ大縮尺の地形図と定点全周囲景観記録資料を組合せ、「環境地図」として内容を深めていく事ができれば、今後定期的に定点観測することによって環境への人為的干渉程度や景観変化を把握でき、環境保全の対策や次善の計画に役立てることが可能になるものと考えている。

特に景観記録で強調しておきたいことは、市街化問題と関わる街並景観ばかりではなく開発行為前の原景観の記録についても、行政側の大きな役目の一つであろうと考えており、今後発注する測量において、工事施工写真記録のように、重要な測点（定点）での全周囲景観記録を導入する必要性を感じていることである。

おわりに、これらの調査及び資料整理には、本環境測量研究室の1990年度研修生14名、1991年度研修生14名に多大な協力を戴いた。ここにこれを記し感謝の意を表する次第である。

5：参 考 文 献

- 1) 仙台市文化財保護委員会、「仙台城址の保存、並びに整備活用について」、1988年8月9日
- 2) 仙台市教育委員会、「仙台城」、1967年3月31日
- 3) 松山正将、「仙台市内～旗立線の交通量の調査と解析」、東北工業大学紀要I：理工学編、no. 10、1990年3月
- 4) 土木学会東北支部、「青葉山公園天守台石垣修復工事報告書」、1983年5月26日
- 5) 東北大学理学部附属植物園、「天然記念物青葉山」、pp1～7
- 6) 社団：日本青年会議所建設部会、宮城建設クラブ主催パブリック「シンポジウム－仙台城再建」1990年8月10日
- 7) 仙台市、「名木古木」昭和9年の名木古木・現在の名木古木一覧、1991年3月
- 8) 仙台市、「青葉通りケヤキ並木保全対策調査報告書」、1987年3月
- 9) 仙台市教育委員会、「仙台城址の自然」、仙台市文化財調査報告書第144集、1990年3月
- 10) 菊地・松山・花洲、「仙台城址天守台の環境地図づくりについて」、土木学会東北支部技術発表会講演要集、1992年3月14日
- 11) 花洲・松山・菊地、「小地域の自然環境保全と地形測量の活用について」、土木学会東北支部技術発表会講演要集、1992年3月14日
- 12) 菊地・松山・花洲、「測量への景観記録導入の研究」、土木学会第46回年次学術講演要集、第IV部、pp570～571、1991年9月