

3. 南極域上空のオゾン層の状況

(1) 昭和基地における観測

ドブソン分光光度計で観測した南極昭和基地上空の月平均オゾン全量は、ほぼ一年を通して平年値よりも小さい状況が近年連続して現れており、特にオゾンホールが出現している期間では極めて小さくなっている(図19)。

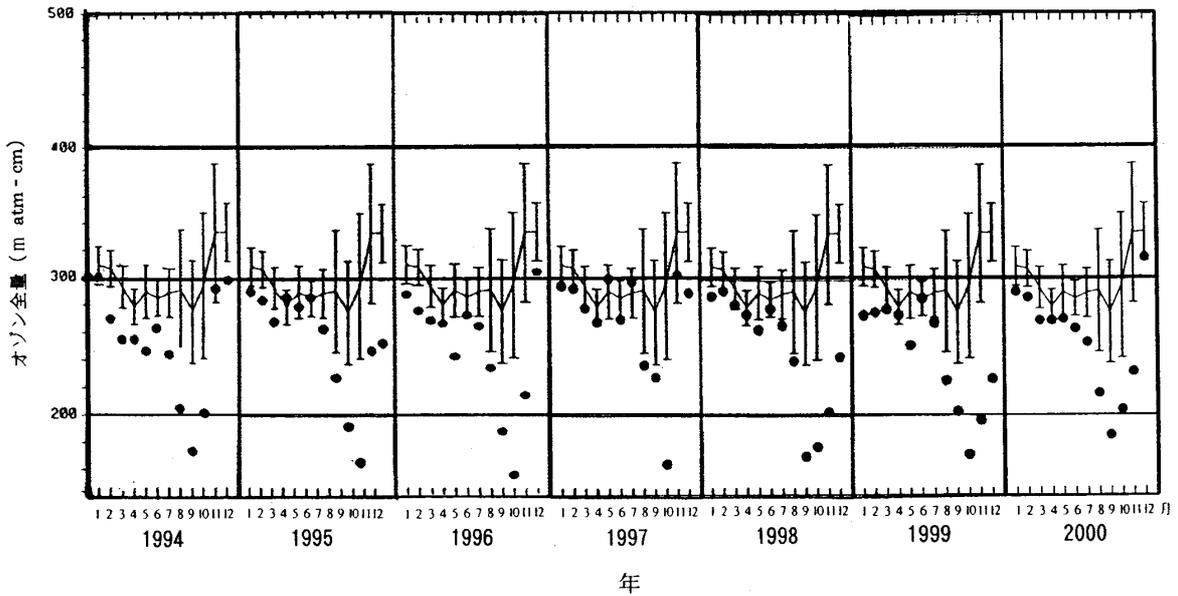


図19 南極昭和基地におけるオゾン全量の変動(1994~2000年)

印は各年の月平均値、折線は平年値(統計期間:1961~1990年)、縦線はその標準偏差(±1)。

(出典) 気象庁 オゾン層観測報告1994~2000

また、1966～2000年の特定の月別にみた月平均オゾン全量の経年変化を見ると、オゾンホール
 の出現時期にあたる9～11月は、年毎にばらつきはあるものの、大きな減少傾向がみられる。
 これらの3ヶ月ほど顕著ではないが、12～3月にも減少傾向がみられる。昭和基地における観
 測データについてトレンド解析を行うと、過去20年間のオゾン全量は通年で約-8.4%/10年、
 9～11月で約-17.0%/10年になっている(図20)。

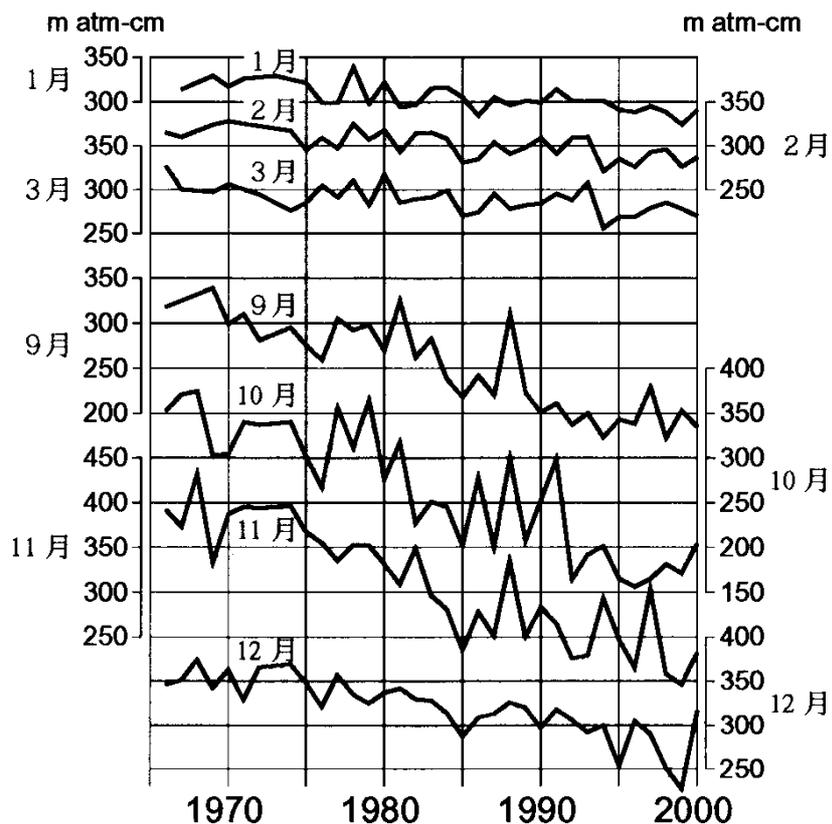


図20 南極昭和基地における月平均オゾン全量の経年変化(毎年1～3月、9～12月)
 (出典) 気象庁 オゾン層観測報告2000

2000年のオゾンゾンデによるオゾン分圧の高度分布観測結果によると、9月の高度22km付近及び10月の高度24km付近を中心に、オゾンホール出現以前の平均よりも高いオゾン分圧が見られた。これは成層圏突然昇温の影響により、中緯度からオゾンの多い空気塊が流入したことによると思われる。ただし、高度15~17km付近では1980年までの平均値に比べて大きく減少しており、下部成層圏のオゾン層破壊の状況を明確に示している(図21)。

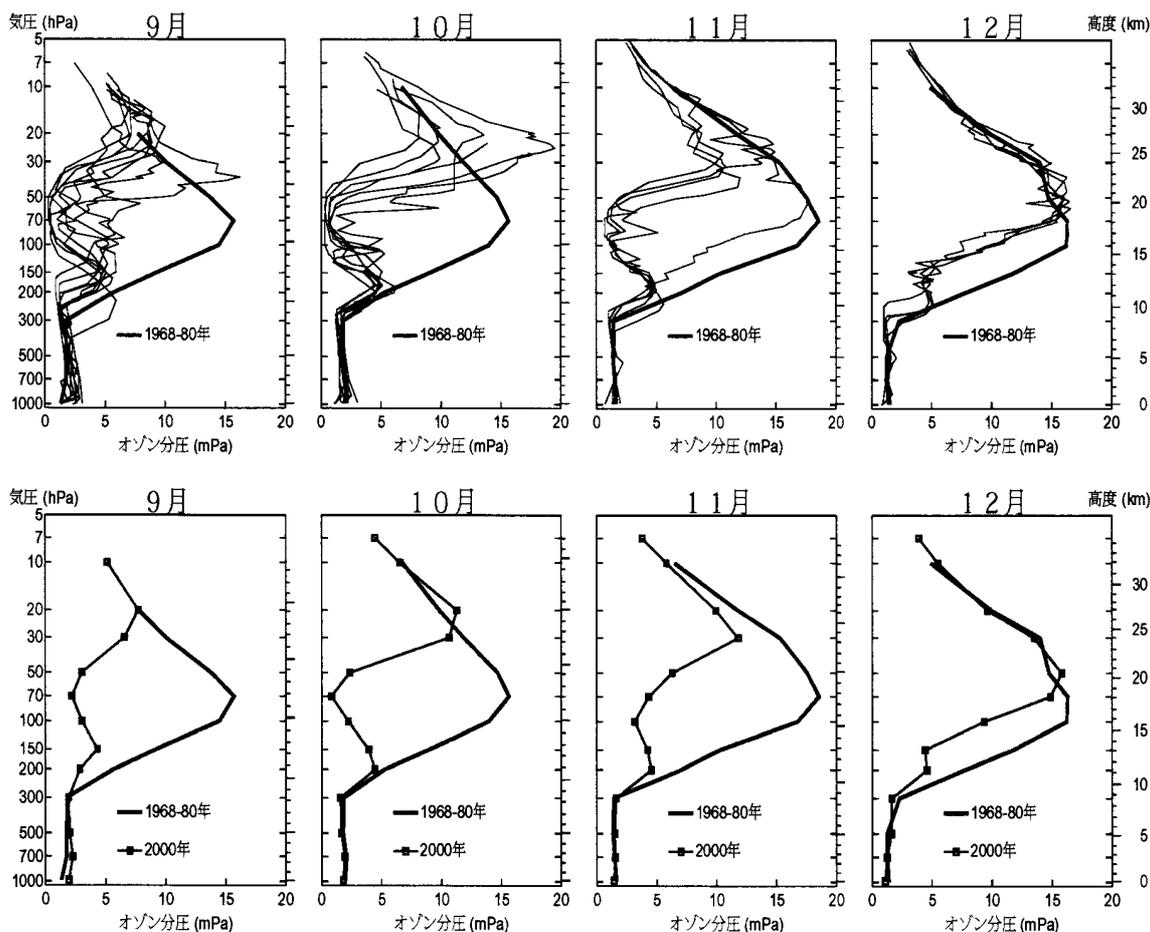


図21 南極昭和基地におけるオゾン分圧の高度分布(2000年9~12月)

2000年9~12月のオゾンゾンデ観測結果。上段：図中の太実線はオゾンホールが明瞭に現れるようになる以前(1968~1980年)の平均オゾン高度分布。上段のその他は2000年の個々の観測結果。下段：太実線はオゾンホールが明瞭に現れるようになる以前(1968~1980年)の平均オゾン高度分布(図中の右よりの実線)。- -は2000年の月平均オゾン高度分布。

(出典) 気象庁 オゾン層観測報告2000

(2) オゾンホール

(地上観測)

昭和(日本)、ハレー(英国)、ベルナドスキ(ウクライナ)/ファラデイ(英国)、ロゼラ(英国)及びアライバルハイツ(ニュージーランド)の各南極観測基地における2000年8~12月のオゾン全量の日々の観測値を重ねて図22に示す。各観測点ごとにみると、オゾン全量は、オゾンホールの変形・移動に伴い、日々大きな変動を示している。しかし、図のように数地点のデータを重ねて表示し、オゾン全量の少ない側の境界をたどることにより、オゾンホール内のオゾン全量の推移の概略を把握することができる。これによると、オゾンホール内のオゾン全量は、9月に入ると急激に減少し、9月中旬から10月中旬までの約1カ月間100~150 m atm-cmで推移した。この間、ロゼラでは9月20日に100 m atm-cm以下のオゾン全量を観測している。10月後半からオゾン全量は増加し、11月初めには約200 m atm-cmに達した。11月前半に昭和基地において相対的に低いオゾン全量が観測されたが、これは極夜渦*の中心が昭和基地上空まで移動したためである。11月下旬に極夜渦の崩壊が起こり、ハレーと昭和基地においてもオゾン全量が急増した。12月初めには、極夜渦が消滅したことに伴って、全地点で300 m atm-cmをわずかに上回るほぼ同一のオゾン全量となった。

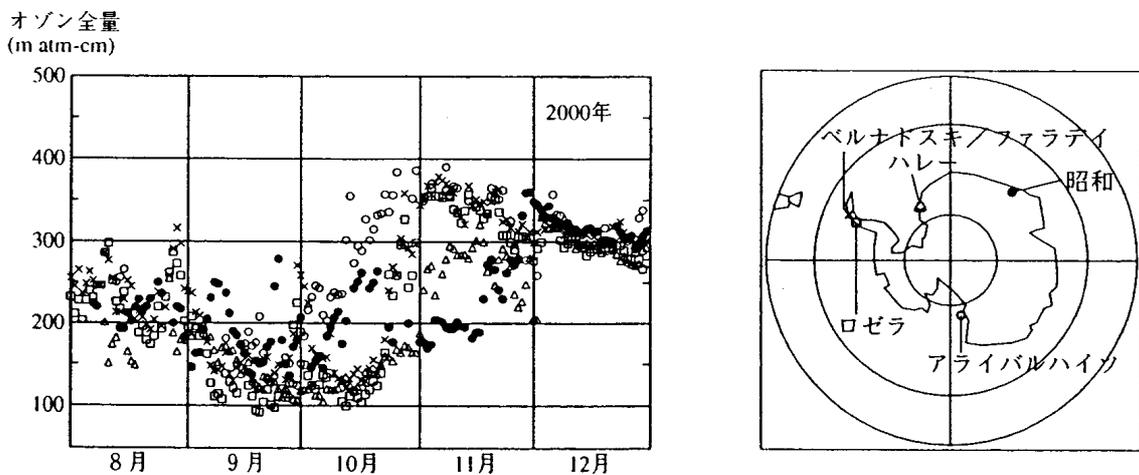


図22 南極大陸上空のオゾン全量の地上観測値の分布(2000年8~12月)

昭和(○)、ハレー(□)、ベルナドスキ/ファラデイ(×)、ロゼラ(△)、アライバルハイツ(◇)における2000年8~12月のオゾン全量の日観測値。オゾンホールが観測点の上空を覆っていると、その地点のオゾン全量は小さな値となる。数地点の観測値を同じ図に記入し、その最低値の推移に着目することで、オゾンホールの消長の概要を把握することができる。

(出典) 気象庁 オゾン層観測報告2000

* 南極域上空の成層圏においては、太陽光が射さない冬季(極夜)の間に、南極点を中心としてその周りを回る非常に気温の低い大気の渦が発達する。北極域においても南極域上空より規模は小さいが上空に渦が発生する。これを極夜渦(極渦ともいう)という。

(人工衛星による観測)

図 23 - 1、2 に、T O M S データにより作成した 1979 ~ 1992、1994、1996 ~ 2000 年の 10 月及び S B U V / 2 により作成した 1995 年 10 月の月平均オゾン全量の南半球分布図を示す。1993 年 10 月については新アルゴリズムによるデータ*が公表されていないので、旧アルゴリズムから作成した図を参考に載せた。南極域上空の 10 月の月平均オゾン量は、1979 年にはオゾン全量全球平均に近い 300m atm-cm 前後であったが、1980 年に 250m atm-cm 以下の領域が現れ、その後 1982 年には 220m atm-cm、1983 年に 190m atm-cm 以下の領域も出現し、1987 年以降は 1988 年を除き毎年 160m atm-cm 以下の領域まで下がった。特に 1993、1995、1998、1999 年には 130m atm-cm 以下の領域も現れている。2000 年のオゾンホールは、面積、破壊量で過去最大を記録したが、10 月に入って急速に弱まり、10 月の月平均値には 130m atm-cm 以下の領域は見られず、オゾンホールの面積が最大となった 9 月に月平均で 130m atm-cm 以下の領域が現れた。

* 搭載された分光光度計の波長の再校正、地表面及び雲の反射率の設定等の改訂によりアルゴリズムが変更された。

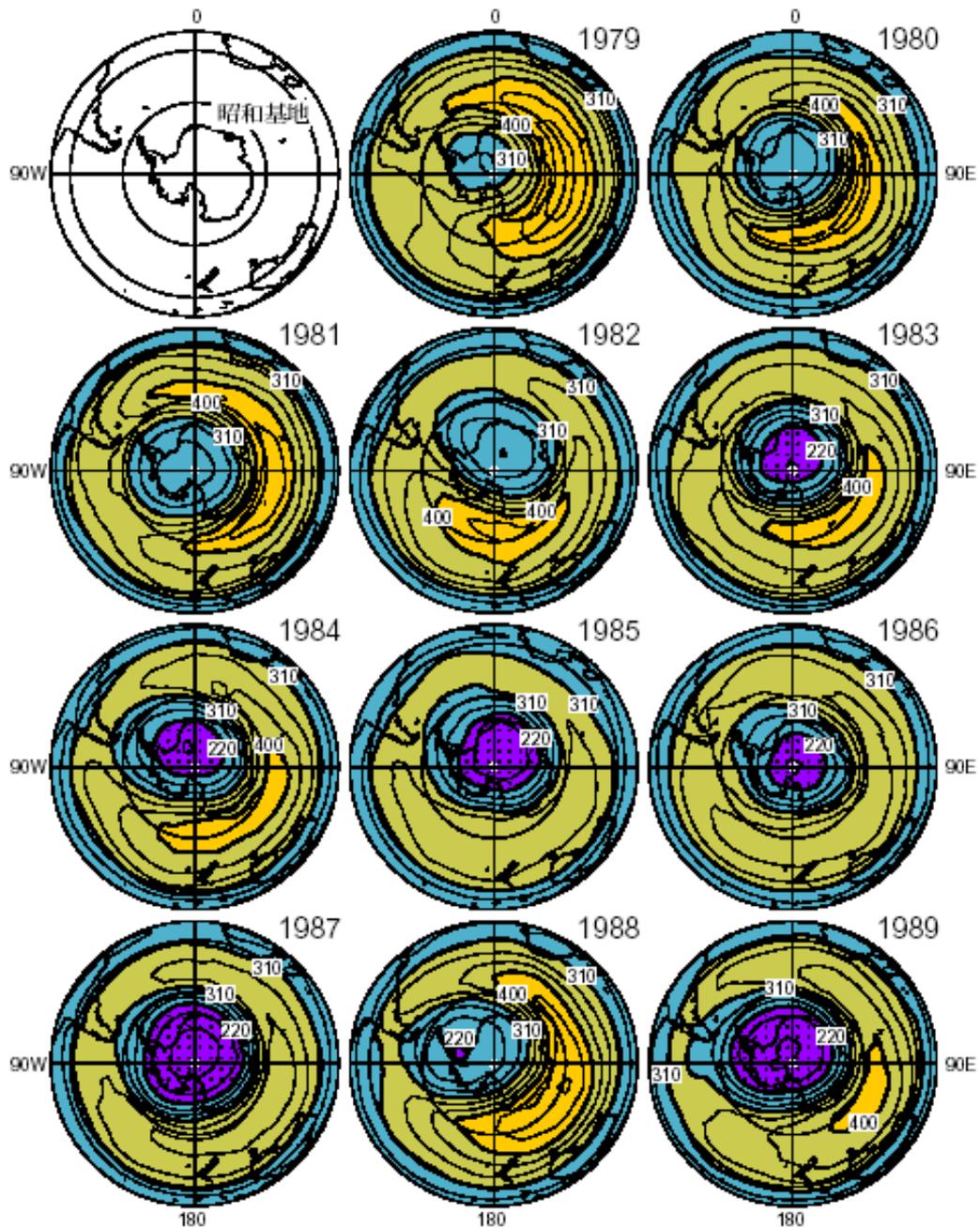


図 23 - 1 10月の月平均オゾン全量の南半球分布図（1979～1989年）

NASA提供のTOMSデータをドブソン分光光度計による観測値と比較検討の上作成。等値線間隔は30m atm-cm 毎。なお、点域は220m atm-cm以下の領域を示す。

（出典）気象庁 オゾン層観測報告 2000

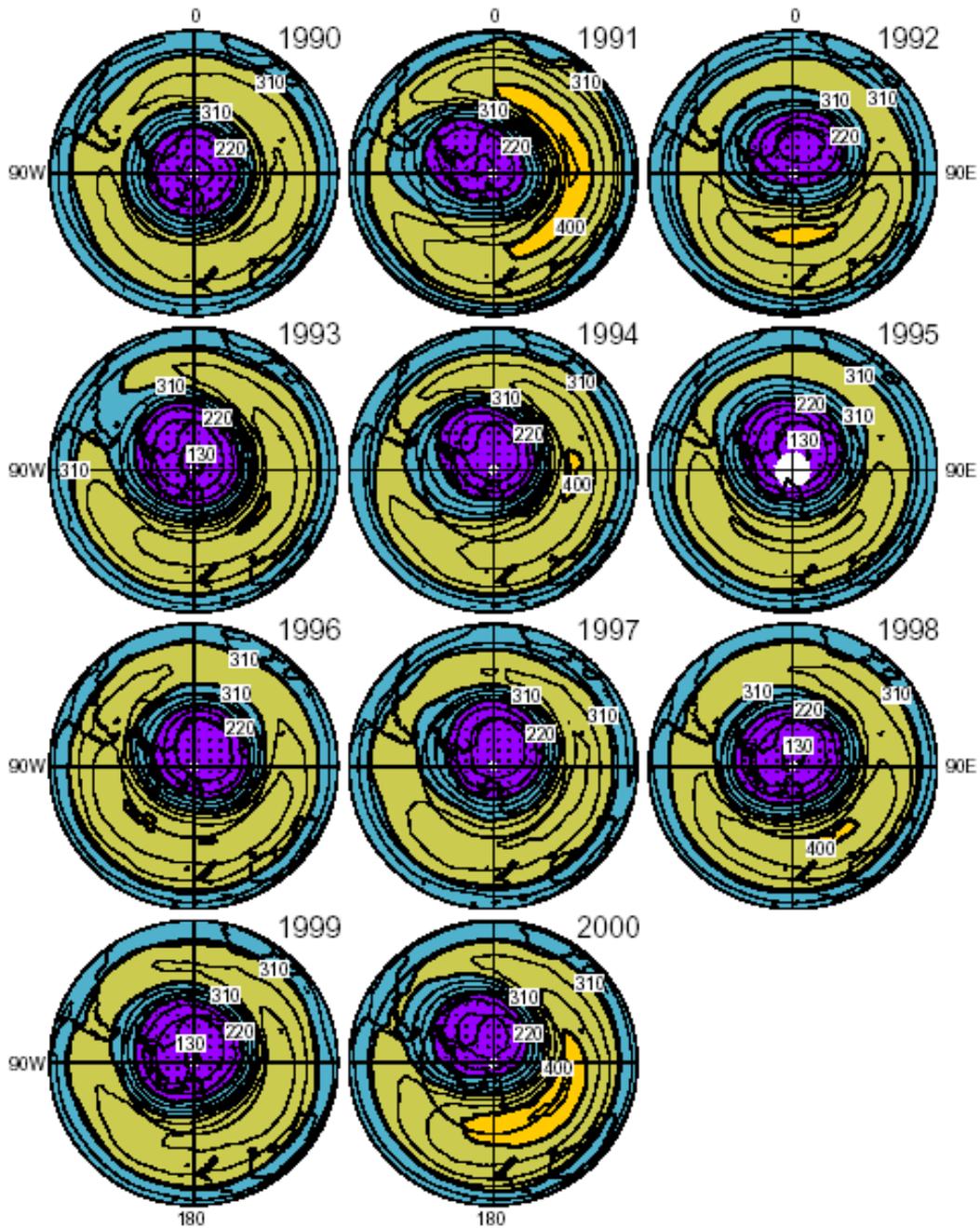


図 23 - 2 10月の月平均オゾン全量の南半球分布図（1990～2000年）

1987～1992、1994、1996～2000年はTOMSデータ（第7版）、1993年はTOMSデータ（第6版）をドブソン分光光度計による観測値と比較検討の上作成、1995年はSBUV/2データを用いて作成。等値線間隔は30m atm-cm 毎。

（出典）気象庁 オゾン層観測報告 2000

(オゾンホール の 推移)

図 24 に 2000 年 の オゾンホール の 規模 の 変化 を 示 す。

オゾンホール の 面積 は、8 月 中 旬 に 過 去 の 記 録 よ り も ほ ぼ 1 週 間 早 く 急 速 に 大 き く な っ た。そ の 後、9 月 10 日 に 2,918 万 km² に 達 し、過 去 最 大 の 面 積 を 記 録 し た。そ の 後 オゾンホール は 徐 々 に 縮 小 し、10 月 以 降、急 速 に 小 さ く な り、11 月 19 日 に 消 滅 し た。こ れ は 過 去 最 も 消 滅 が 遅 か っ た 昨 年 よ り も 約 40 日 早 く、オゾンホール が 継 続 し て 大 規 模 に 発 達 し て い る 1992 年 以 降 で は 最 も 早 か っ た。ま た、オゾン破 壊 量 は、面 積 が 最 大 と な っ た 2 日 後 の 9 月 12 日 に 過 去 最 大 の 9,622 万 ト ン を 記 録 し、2000 年 の オゾンホール 内 の 最 低 オゾン全 量 値 は 94m atm-cm (9 月 29 日、10 月 1 日) だ っ た。

ま た、図 25 に は オゾンホール の 目 安 で あ る 220m atm-cm 以 下 の 領 域 が 消 滅 し た 日 の 経 年 変 化 を 示 す。2000 年 の オゾンホール は、1992 年 以 来 最 も 早 く 消 滅 し、過 去 最 も 遅 か っ た 昨 年 に 比 べ 約 40 日 も 早 か っ た。

図 26 に オゾンホール の 面 積、最 低 オゾン全 量 及 び オゾン破 壊 量 の 極 値 の 経 年 変 化 を 示 す。オゾンホール の 面 積 と オゾン破 壊 量 は 1992 年 か ら 大 き な 状 態 で 推 移 し て お り、ま た 最 低 オゾン全 量 は 1993 年 か ら 100m atm-cm 前 後 の 値 で 推 移 し て い る。

以 上 よ り、オゾンホール は、そ の 面 積、最 低 オゾン全 量 及 び オゾン破 壊 量 の 値 か ら、1992 年 以 降 そ の 大 き な 規 模 を 維 持 し て お り、そ の 消 滅 の 時 期 は 遅 く な る 傾 向 が あ る。

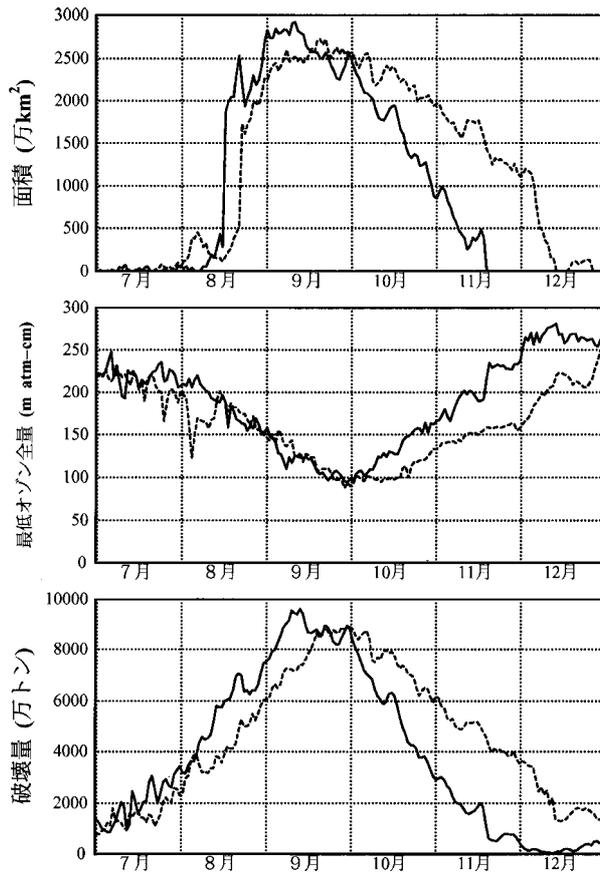


図 24 オゾンホール規模の変化 (2000 年 7 ~ 12 月)

上段からオゾンホールの面積、最低オゾン全量、オゾン破壊量を示す。これらは、南緯 45 度以南で定義され、面積は、オゾン全量が 220m atm-cm 以下の領域の面積、最低オゾン全量は、オゾン全量の最低値、オゾン破壊量はオゾン全量を 300m atm-cm に維持するために補充を要するオゾンの質量。太線は 2000 年の値を示し、破線は 1979 年から 1999 年までの観測値のうち、最大値 (面積、破壊量) 及び最小値 (最低オゾン全量) を示す。

(出典) 気象庁 オゾン層観測報告2000

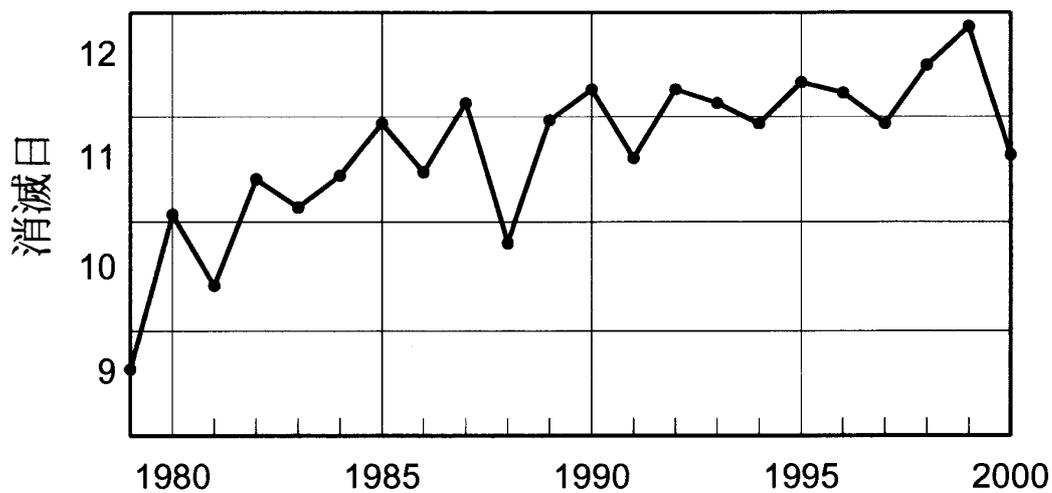


図 25 オゾンホール消滅時期の推移 (1979 ~ 2000 年)

(出典) 気象庁 オゾン観測報告 2000

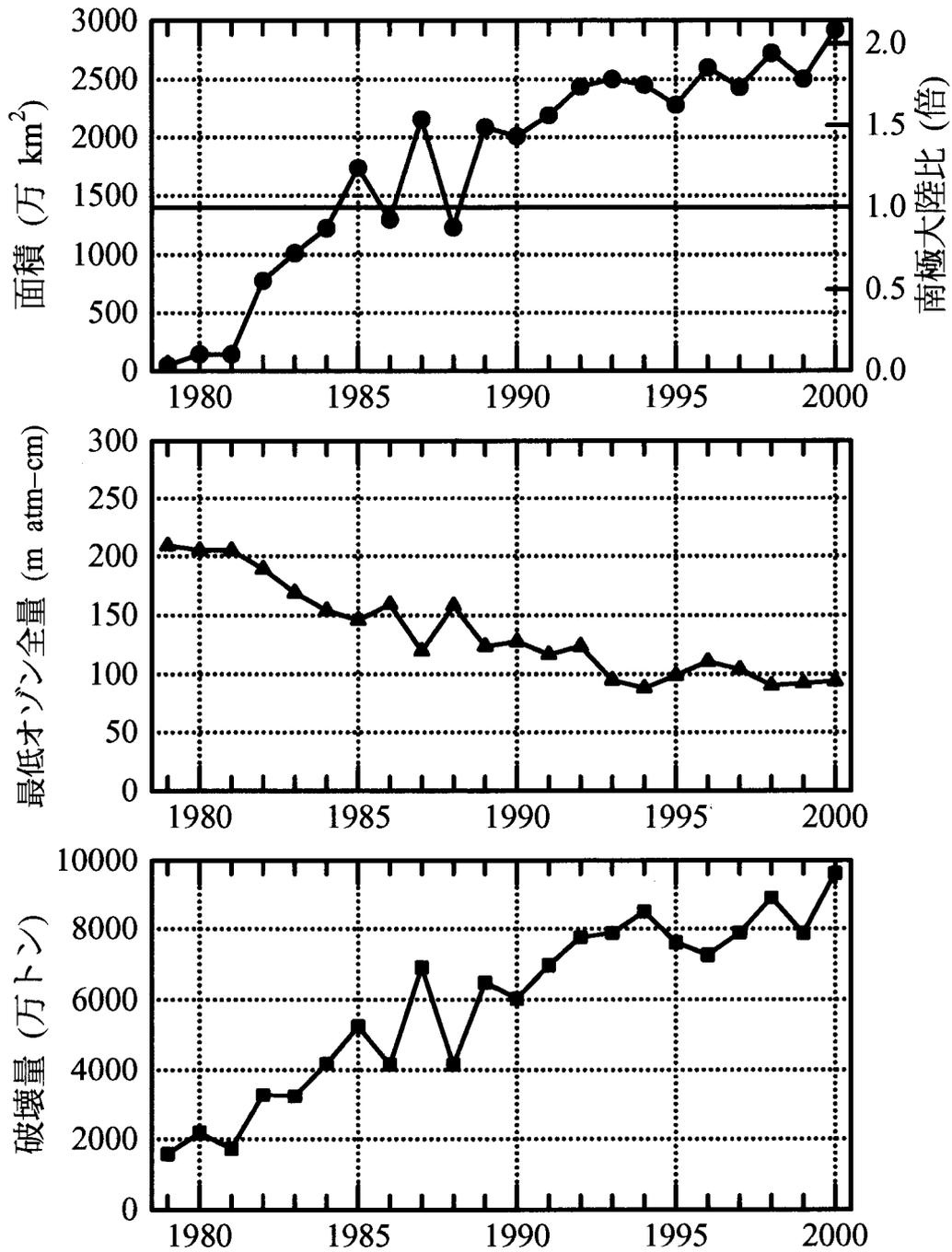


図 26 オゾンホール of 三要素の経年変化 (1979 ~ 2000 年)

上段から順に、オゾンホールの面積、最低オゾン全量、オゾン破壊量の年極値の経年変化。オゾンホール3要素は、南緯 45 度以南で定義され、面積は、オゾン全量が 220m atm-cm 以下の領域の面積、最低オゾン全量は、オゾン全量の最低値、オゾン破壊量はオゾン全量を 300m atm-cm に維持するために補充を要するオゾンの質量。NASA 提供の TOMS データをドブソン分光光度計による観測値と比較検討の上作成。1995 年については TOVS のデータを基に求めた。

(出典) 気象庁 オゾン層観測報告 2000