

世界の気候変動と農作物の生産 (その1)

～ 海外現地調査結果の総括 ～

食糧問題は今や抜き指しならぬ壁として、われわれの前に立ちはだかっている。地球人口の不可避的な増加も深刻な脅威であるが、最近、各地域に頻発する、或は慢性的な干ばつや低温障害などの異常気象も、誠に不気味な現実としてわれわれにのしかかっている。

昨年9月、これらの問題の関連性について、農林省は調査団を各地域に派遣した。本稿はその調査の概要である。

1. 気候変動が農作物生産に与える影響

世界の農作物生産は漸次増大する傾向にあるが、なお、気候の変動に影響をうける面が大きく、かなりの年次変動を繰り返している。

農作物生産に影響を与える主な気象要因は、高緯度地域では降水量と温度、低緯度地域では降水量と降水時期(主として降雨始期および降雨終期)であり、その影響の程度は、各国の農業立地、農業技術水準、あるいは用排水施設等農業基盤の整備状況によって異なるが、世界の大部分の国は周期的な気象災害に見舞われている。

このような、世界の農作物生産と、これに影響を与える気候変動について調査を行った対象地域別に概括すると、次のとおりである。

(1) ソ連、ヨーロッパ

ア. ソ連の穀物生産は変動を繰り返しながらも、かなりのテンポで増加してきており、1971年の穀物の総生産量は最近10年間に約1.4倍となっている。この間の作付面積は、とうもろこしと豆類が減少し、これにかわって、えん麦が増加している以外は、ほぼ横ばいであり、生産量の増加は主としてヘクタール当り収量の向上によるものである。

このヘクタール当り収量は小麦、大麦、えん麦とうもろこしで約1.2倍～2倍の向上を示し、1971年には、春小麦1.2トン/ha、冬小麦2.3トン/ha、大麦1.5トン/ha、えん麦1.5トン/ha、とうもろこし2.6トン/haの水準に達している。

しかし、ヘクタール当り収量の向上は安定的なものではなく、過去10年間の収量の平均変動巾

は、麦類で202kg/ha～156kg/ha、とうもろこし238kg/ha、変動係数は変動が最も少ないとうもろこし、冬小麦で約11%、最も大きな春小麦では約17%となっており、大きな収量変動のあることを示している。ソ連の作柄を左右する最も重要な要因は降雨量で、穀物全体のヘクタール当り収量は、ほぼ2年周期の降雨量(1～9月の降雨量)の増減に伴って変動している。これに加えて、時としてソ連各地で広範囲にわたって大きな気象災害が発生し、作柄の変動を一層激しいものになっている。

気象災害をもたらす原因は、

① 冬期の少ない積雪による耕土層への水分補給の減少、秋播作物の寒さへの暴露。

② 冬期の厳しい寒さによる秋播作物の幼植物の凍死。

③ 春夏期の少ない降雨による耕土層への水分補給の減少。

④ 春夏の高い気温による蒸発、蒸散の助長による干ばつ。

の組合せとして現われ、これらが複合して発生する場合には、ソ連全体の穀物生産に大きな打撃を与える。近年においても、1963年、65年、72年に、ソ連全土で被害を受け、穀物生産は大巾に減少している。

ソ連においては、収量の安定化と異常気象への対応策に、大きな努力が払われているが、厳しい気象条件の下にあって、収量の安定化を図るのは容易でなく、かんがい面積も、なお全耕地の5%程度にすぎないので、気候変動の影響を受け易

く、とくに異常気象の発生する際には、穀物生産は大きな打撃をこうむるとみられる。また、低温化の影響が出る場合には、カナダとともに、最も影響を受け易い気候帯に属しているため、秋播作物の立地移動あるいは、作柄の一層の不安定化の可能性があるとみられる。

第1表 ソビエト連邦における主要穀物のヘクタール当り収量指標

| 区分 作物 | 収量水準 (1971) | 過去10年間の 収量の上昇度 | 過去10年間の 平均変動巾 | 変動係数 | 参 考 (1971年) | |
|----------|----------------|-------------------|------------------|-----------|--------------|--------------|
| | | | | | 収穫面積 | 生 産 量 |
| 小 麦 | トン/ha 1.5 | 倍 1.6 | kg/ha 149 | % 12.4 | 万ha 6,400 | 万トン 9,880 |
| うち冬小麦 | 2.3 | 1.5 | 202 | 11.2 | 2,070 | 4,780 |
| うち春小麦 | 1.2 | 1.6 | 168 | 17.1 | 4,330 | 5,100 |
| 大 麦 | 1.5 | 1.5 | 179 | 13.7 | 2,160 | 3,460 |
| えん 麦 | 1.5 | 2.0 | 156 | 14.3 | 960 | 1,460 |
| とうもろこし | 2.6 | 1.2 | 283 | 11.4 | 330 | 860 |

- 注) 1. 過去10年間の収量上昇度は、1971年収量/1961~63年平均収量
 2. 過去10年間の平均変動巾は、時系列トレンドで計測した標準偏差
 3. 変動係数は年平均変動巾/1963~72年の平均収量
 4. 第2表以下も、同じ考え方で計算されている。

イ. 東欧6カ国(東ドイツ、ポーランド、チェコスロバキア、ハンガリー、ブルガリア、ルーマニア)における穀類の生産量は、全体としてかなりの増加傾向にあり、各国とも、食料の自給体制を固めつつあるとみられる。品目別には、小麦と大麦の生産の伸びが大きく、ライ麦、えん麦は、ポーランド以外では減少している。

また近年、比較的温暖なブルガリア、ルーマニア、ハンガリーで、飼料

用としてのとうもろこしの生産の増大が目立っている。

小麦と大麦の生産の増大は、ライ麦、えん麦からの転換等による作付面積の増大もあるが、主としてヘクタール当り収量の向上によるものであり、とうもろこしの生産の増大は、ほとんどヘクタール当り収量の増加によるものである。

小麦、大麦、とうもろこしのヘクタール当り収量は各国とも向上しており、第

2表にみるように、その上昇度はかなり高く、1971年の収量水準も全般的にかなり高くなっている。しかし、収量の向上は安定的なものではなく、雨量の比較的少ないハンガリー、ルーマニア、ブルガリアの変動は、かなり大きなものとなっている。

収量の変動に最も大きな影響を与えるのは、全般的には降雨量と土壌水分量の不足であるが、地域的に発生する収穫期(7・8月)の長雨の影響も大きく、低温害、洪水等の気象災害も無視できない。

東欧諸国におけるヘクタール当り収量の向上は、多収穫品種の導入、肥料の増投によるものとみられ、今後も収量の向上が期待できるが、収量の安定化を図ることはむずかしいとみられる。また低温化の影響が出る場合には、東ドイツ、ポーランドの一部では、秋播作物へ影響する可能性もある。

(2) 北アメリカ

ア. アメリカにおける小麦、とうもろこし、こりゃんの生産量は、1960年代から70年代にかけて、作付面積が横ばいもしくは減少傾向に推移したにもかかわらず、ヘクタール当り収量の増加によって着実に増大した。また、この間の大豆の生産量は、主として作付面積の拡大によって、増加

第2表 東欧6カ国における主要穀物のヘクタール当り収量指標

| 作物名 | 国 名 | 収量水準 (1971年) | 過去10年 間の収量 の上昇度 | 過去10年 間の平均 変動巾 | 変動係数 | 参 考 (1971年) | |
|--------|-----------|-----------------|-----------------------|----------------------|----------|-------------|------------|
| | | | | | | 収穫面積 | 生 産 量 |
| 小 麦 | 東 ド イ ツ | トン/ha 3.7 | 倍 1.2 | kg/ha 313 | % 9.1 | 万ha 60 | 万トン 220 |
| | ポ ー ラ ン ド | 2.4 | 1.5 | 108 | 5.1 | 205 | 500 |
| | チェコスロバキア | 3.2 | 1.5 | 210 | 7.9 | 110 | 350 |
| | ハンガリー | 3.1 | 2.5 | 256 | 11.6 | 127 | 391 |
| | ブルガリア | 3.0 | 1.8 | 187 | 12.1 | 105 | 310 |
| | ルーマニア | 2.0 | 1.7 | 342 | 14.5 | 250 | 500 |
| 大 麦 | 東 ド イ ツ | 3.2 | 1.1 | 312 | 9.9 | 65 | 210 |
| | ポ ー ラ ン ド | 2.4 | 1.5 | 147 | 6.9 | 100 | 240 |
| | チェコスロバキア | 3.0 | 1.5 | 235 | 8.9 | 85 | 255 |
| | ハンガリー | 2.6 | 1.5 | 232 | 11.4 | 30 | 78 |
| | ブルガリア | 2.9 | 1.5 | 148 | 8.4 | 41 | 120 |
| | ルーマニア | 1.8 | 1.4 | 249 | 11.0 | 33 | 60 |
| とうもろこし | ハンガリー | 3.6 | 1.5 | 264 | 8.6 | 136 | 490 |
| | ブルガリア | 4.2 | 2.4 | 164 | 8.1 | 64 | 265 |
| | ルーマニア | 2.4 | 1.7 | 292 | 8.9 | 318 | 765 |

し、10年間でほぼ2倍になっている。

小麦、とうもろこし、こうりゃんのヘクタール当り収量は、着実に向上しており、1971年には、とうもろこしは5.5トン/haという高い水準に達し、最近10年間に約1.4倍、小麦、こうりゃんについても、それぞれ2.3トン/ha、3.1トン/haと約1.3倍となっている。

これら作物のヘクタール当り収量の年次変動は、ソ連、カナダ等に比べると小さく、過去10年間の収量の平均変動率は小麦102kg/ha、とうもろこし274kg/ha、こうりゃん217kg/ha、変動係数は小麦5.5%、とうもろこし6.2%、こうりゃん7.3%となっている。また、この間に作況指数が90前後となる不作は小麦1回、とうもろこし、こうりゃん各2回であった。

大豆のヘクタール当り収量の伸びは小麦等に比べて低く、最近10年間に約1.1倍となったにすぎない。しかし、収量の年次変動率は小さく、作況は安定的に推移しており、過去10年間の平均変動率は69kg/ha、変動係数は4%となっている。

アメリカの農業地帯はソ連やカナダに比べて、恵まれた気候条件のもとにあるため、国全体としての作況は比較的安定しており、今後も安定した食料供給国として、生産の拡大が期待できるが、地域的には主として降雨量の影響を受けて、収量の変動を示しており、その程度は無視できない。とくに今後、生産増大のため作付の拡大が比較的自然条件の悪い地域に拡大する場合には、気候の影響がより大きく出る可能性もあり、とくに低温化の影響が出る場合には、冬小麦の栽培の北限の南下、あるいは作況の不安定化を招く可能性もあると思われる。

4. カナダにおける小麦の生産量は、1960年代において作付面積の拡大とヘクタール当り収量の向上とがあいまって、急速に増大したが、1970年からは生産調整のため急減している。

また、大麦の生産量は、作付面積の拡大とヘクタール当り収量の向上により、1960年代から70年代

にかけて、ほぼ一貫した増加傾向を示し、えん麦は作付面積が減少傾向にあるものの、生産量は微増傾向を保っている。

小麦、大麦、えん麦のヘクタール当り収量は、かなり高い上昇率で向上しており、1971年の収量は小麦1.8トン/ha、大麦2.3トン/ha、えん麦2.0トン/haの水準に達し、最近10年間に、それぞれ約1.5倍、1.6倍、1.3倍となっている。

しかし、ヘクタール当り収量の向上は安定的な

第3表 アメリカにおける主要穀物のヘクタール当り収量指標

| 区分 作物 | 収量水準 (1971年) | 過去10年間の 収量の上昇度 | 過去10年間の 平均変動率 | 変動係数 | 参 考 (1971年) | |
|----------|-----------------|-------------------|------------------|-------|--------------|--------------|
| | | | | | 収穫面積 | 生 産 量 |
| 小 麦 | トン/ha 2.3 | 1.3 倍 | kg/ha 102 | 5.5 % | 万ha 1,961 | 万トン 4,462 |
| とうもろこし | 5.5 | 1.4 | 274 | 6.2 | 2,583 | 14,073 |
| こうりゃん | 3.4 | 1.3 | 217 | 7.3 | 672 | 2,274 |
| 大 豆 | 1.9 | 1.1 | 68 | 4.0 | 1,716 | 3,182 |

ものではなく、過去10年間の収量の変動率と変動係数は第4表のように、アメリカに比べてかなり大きくなっている。とくに小麦の変動係数は17%で、アメリカの約2倍である。

また、カナダは全国的にほとんどの作物にわたって不作となることが多く、1962年、65年、67年の作況指数は小麦、大麦、えん麦ともに60~90となっている。小麦と大麦の収量変動は降雨量、とくに5、6、7月の雨量に密接な関係をもっており、作況変動についての、これまでの研究によれば、降雨量の増減と収量の増減に有意の量的関係があることが、明らかにされている。

このように、収量の変動は、ほとんど降雨量の多少によって説明されるが、時として過少降雨と低温(霜害)が重なり、大きな気象災害をひき起こすことがある。1962年、65年、67年の減収は全国的に過少降雨と低温が重なった気象災害によるものである。

カナダにおける小麦と大麦の収量は、水分が十分であれば、かなりの増収をもたらすことが明らか

第4表 カナダにおける主要穀物のヘクタール当り収量指標

| 区分 作物 | 収量水準 (1971年) | 過去10年間の 収量の上昇度 | 過去10年間の 平均変動率 | 変動係数 | 参 考 (1971年) | |
|----------|-----------------|-------------------|------------------|--------|-------------|--------------|
| | | | | | 収穫面積 | 生 産 量 |
| 小 麦 | トン/ha 1.8 | 1.5 倍 | kg/ha 255 | 16.6 % | 万ha 778 | 万トン 1,425 |
| 大 麦 | 2.3 | 1.6 | 204 | 10.9 | 615 | 1,426 |
| えん麦 | 2.0 | 1.3 | 153 | 8.5 | 288 | 582 |

かにされており、水資源の豊富なカナダでは、長期的にかんがい面積の拡大も期待できるので、肥料の増投の効果とも合わせて、かなりの収量の向上が期待できる。

しかし、カナダの農業地帯はアメリカに比べて厳しい気象条件下にあり、気候変動に対してより強い影響を受けるので、収量の安定化を早急に実

現することはむずかしいとみられる。更に低温化の影響が出る場合には、その度合はアメリカ以上に厳しいものになるとみられる。

また、今後、生産増大のために作付を拡大する場合には、気温、降雨量、地下水水位等、自然条件に恵まれない地域への進出もあるために、作況が不安定化する恐れがある。

(3) 南アメリカ

ア. アルゼンチンの主要穀物である小麦、とうもろこし、およびこうりゃんは、ヘクタール当り収量が大きな年次変動を繰り返しているうえに、作付面積も穀物価格の変化に伴う増減があるため、生産は安定していない。

各作物のヘクタール当り収量は低水準で、大きな年次変動を繰り返しており、過去10年間の収量の年平均変動率は、小麦230kg/ha、とうもろこし300kg/ha、こうりゃん300kg/ha、変動係数はいずれも15%以上となっている。

また、これを作況指数でみると、同期間に作況指数が80~90前後になる不作は小麦3回、とうもろこし4回、こうりゃん5回であった。

アルゼンチンでは作況変動と気象との関係についての研究が、ほとんど行われておらず、収量に影響する気象要因の詳細は明らかにされていないが、過去の収量の推移と気象との関連をみると、小麦は冬期の気温と生長期の降雨量、とうもろこしは11~2月(とう熟期)の土壌水分量、こうりゃんは11月~4月の降水量が、作況変動の主要な要因であるとみられる。

このように、穀物生産は降雨量に大きな影響をうけることは明らかであるが、これに対してアルゼンチンの穀物栽培は、無かんがい・無肥料で行われており、これが収量の向上を阻害しているとともに、気候による収量変動を大きくする原因ともなっている。

イ. ブラジルのとうもろこしは、ほとんど全国にわたって作付され、生産量は作付面積の拡大に

よって徐々に増加している。ヘクタール当り収量は、アルゼンチンの7割程度の低水準で停滞しているが、年次変動は小さいので、生産は安定的に推移している。

小麦と大豆は、主に南部の先進的農業地帯に作付され、生産量は作付面積の拡大によって、1960年代の後半から急速に増大したが、ヘクタール当り収量は低水準で、大きな変動をくりかえしてい

第5表 アルゼンチンにおける主要穀物のヘクタール当り収量指標

| 作物 | 区分 | 収量水準 (1970~72 年平均) トン/ha | 過去10年間の 収量の上昇度 倍 | 過去10年間の 平均変動率 kg/ha | 変動係数 % | 参 考 (1971年) | |
|--------|----|-----------------------------------|------------------------|---------------------------|-----------|-------------|------------|
| | | | | | | 収穫面積 万ha | 生産量 万トン |
| 小麦 | | 1.3 | 0.8 | 230 | 17.2 | 430 | 544 |
| とうもろこし | | 2.2 | 1.3 | 300 | 15.0 | 314 | 586 |
| こうりゃん | | 1.9 | 1.2 | 300 | 15.9 | 142 | 236 |

注) 過去10年間の上昇率は、1970年収量/1963~64年平均収量より算出。

る。

小麦の収量の変動は、過去の気象と収量の推移からみると、最寒月の気温との関連が深く、この月の平均気温が13.5°C(クリチバでの値)以上になる年に著しい減収となる。また大豆の収量の変動は主として、作付拡大に伴う比較的土壌条件の悪い地域への進出によるものとみられる。

ブラジルは一部の地域を除いて、全般的に降雨量と温度に恵まれており、東北地域のとうもろこしと、小麦を除く他の作物については、気候の影響はあまり大きくないとみられる。(この項続く)

第6表 ブラジルにおける主要穀物のヘクタール当り収量指標

| 作物 | 区分 | 収量水準 (1970年) トン/ha | 過去10年間の 収量の上昇度 倍 | 過去10年間の 平均変動率 kg/ha | 変動係数 % | 参 考 (1971年) | |
|--------|----|--------------------------|------------------------|---------------------------|-----------|-------------|------------|
| | | | | | | 収穫面積 万ha | 生産量 万トン |
| とうもろこし | | 1.4 | 1.0 | 74 | 5.6 | 9,858 | 14,214 |
| 小麦 | | 1.0 | 1.0 | 172 | 21.3 | 1,896 | 1,845 |
| 大豆 | | 1.1 | 1.0 | 125 | 11.6 | 1,319 | 1,509 |

注) 過去10年間の収量の上昇度は、1970年収量/1961~63年平均収量より算出したが、小麦は1961年と1963年が極端な不作年であったので、1962年を分母とした。