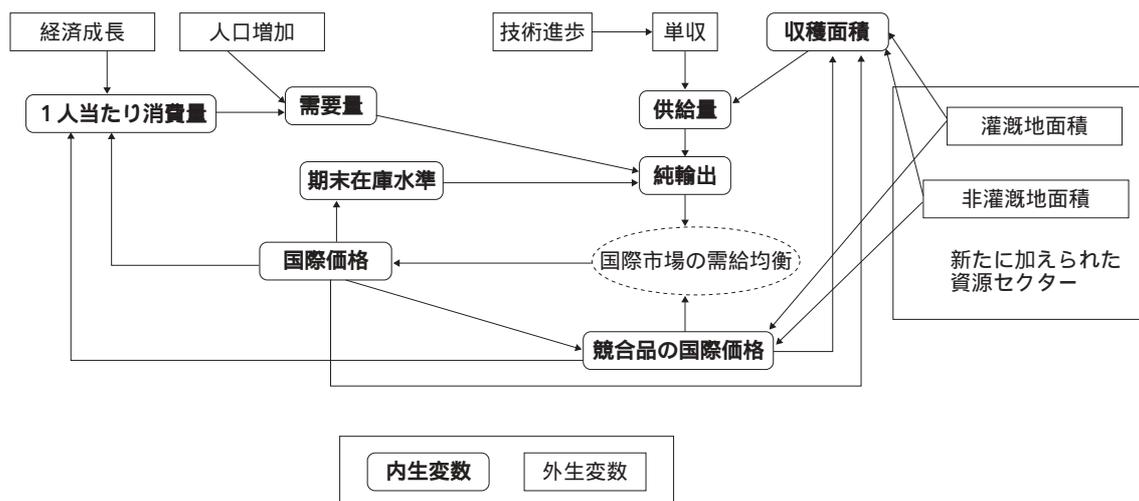


件の変化としてとらえた三つのシナリオにしたがったシミュレーション分析の結果を報告する。

2. 資源制約パイロットモデルの構造

資源制約パイロットモデルは、米、小麦、トウモロコシの3品目を対象とし、その他世界を含む11カ国・地域のサブセクターから構成されるモデルである。国・地域の内訳では、穀物の大輸出国として、アメリカおよびカナダ、オーストラリア、アルゼンチン、ヨーロッパ連合が独立にとりあつかわれている。また需給動向が最も注目されるアジア地域では、中国およびインド、ASEAN、日本が独立にとりあつかわれる。また国際市場における影響の大きさから、旧ソ連地域も独立のサブセクターとしてとりあつかわれる。

モデル中では、各国・地域の農業生産者は、利用可能量の制限されている耕地と灌漑地に対して、米および小麦、トウモロコシの「3大穀物」と「3大穀物以外の農産物（大麦、ライ麦等のその他穀物を含む）」を作付けて利潤を最大化すると仮定されている。資源制約パイロットモデルの最大の特徴は、この仮定により、生産者の最適化行動の中に利用可能な資源の賦存量が導入されていることである。モデルの概念図は第1図に示したとおりであり、通常の需給モデルの体系に加えて、資源セクターが存在していることに注目されたい。



第1図 資源制約パイロットモデル概念図

3. シナリオ分析

(1) 三つのシナリオ

ここでは、将来の耕地面積と灌漑地面積について異なった三つのシナリオ（第1表）に基づいて、2030年を目標年としたシミュレーション分析の結果を紹介する。予測期間中においては、世界人口の増加率は停滞してくると予測されており、そのため穀物需要においても相当の変化が生じると考えられる。したがって、この2030年という予測の目標年は人類の長期的な食料問題を考えるために、十分な意味のある「未来」と考えられる。

scenario 1では、2000年から2030年までの間、総耕地面積と灌漑地面積は、一切変化しないと仮定する。これは、農業で利用される耕地と灌漑地の面積の変化を考慮していない既往の需給モデルによる予測と、同じ考え方にたっている。将来の利用可能な耕地と灌漑地の面積が拡大も縮小もしないという意味において、中立的なシナリオといえる。

次にscenario 2では、総耕地面積と灌漑地面積は、どちらも1990年代のトレンドに基づいて変化すると仮定する。特に灌漑地面積が拡大を続けると想定することから、三つのシナリオのうちで最も緩やかな資源制約を想定したシナリオと解釈できる。

最後にscenario 3では、総耕地面積の緩やかな減少傾向と同様の趨勢で、灌漑地面積も減少すると仮定する。これはアジア地域で都市周辺の優良灌漑農地の多くが転用されていることなどを念頭に、灌漑地の減少傾向が、将来継続していくと考えたケースであり、資源制約が最も厳しいシナリオである。

第1表 シミュレーションのシナリオ

| | 2000～2030年の 総耕地面積(A) | 2000～2030年の 灌漑地面積(B) | 2000～2030年の 非灌漑地面積 |
|------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|
| scenario 1 | 変化なし | 変化なし | 変化なし |
| scenario 2 | 1990年代のトレンド で変化 | 1990年代のトレンド で変化 | (A)-(B) |
| scenario 3 | 1990年代のトレンド で変化 | 総耕地面積の1990年 代のトレンドで変化 | (A)-(B) |

(2) シミュレーション結果

米および小麦、トウモロコシの国際価格は、豊凶変動による短期的な変動はあるものの、いずれも1970年代に最高値を記録した後、長期的に低下傾向にあり、現在では1970年代以降、最も低位の水準にある。資源制約パイロットモデルによると、上記の三つのシナリオのいずれにおいても、国際価格に関しては、このような過去の低下基調の継続ではなく、現状の水準をほぼ維持する予測結果となっている（第2表）。すなわち、現在の価格水準は、すでに過去最低の水準に達しており、もし1990年代における土地生産性上昇率の頭打ち傾向が継続するならば、国際価格は現在の水準程度で長期的に維持されるだろうという予測である。加えて、予測期間中において、人口増加率の低下が世界各地で相当進展す

第2表 実質国際価格予測値

(単位：USドル/トン)

| 年 | Scenario 1 | | | Scenario 2 | | | Scenario 3 | | |
|------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|
| | 米 | 小麦 | トウモロコシ | 米 | 小麦 | トウモロコシ | 米 | 小麦 | トウモロコシ |
| 2000 | 242.7 | 116.3 | 93.8 | 241.6 | 115.7 | 92.9 | 243.1 | 116.6 | 94.0 |
| 2001 | 249.7 | 117.8 | 94.7 | 246.7 | 116.1 | 92.5 | 251.0 | 118.7 | 95.4 |
| 2002 | 251.4 | 124.4 | 99.0 | 246.1 | 121.0 | 95.1 | 253.7 | 126.1 | 100.3 |
| 2003 | 254.8 | 128.8 | 102.4 | 246.9 | 123.6 | 96.5 | 258.2 | 131.4 | 104.2 |
| 2004 | 258.0 | 132.6 | 105.2 | 247.2 | 125.5 | 97.5 | 262.6 | 136.1 | 107.7 |
| 2005 | 260.7 | 136.1 | 107.8 | 247.2 | 127.1 | 98.1 | 266.6 | 140.6 | 111.0 |
| 2006 | 262.8 | 139.3 | 110.1 | 246.5 | 128.4 | 98.6 | 269.9 | 144.8 | 114.0 |
| 2007 | 264.5 | 142.3 | 112.3 | 245.5 | 129.4 | 98.8 | 272.8 | 148.8 | 116.8 |
| 2008 | 265.9 | 145.2 | 114.5 | 244.3 | 130.4 | 99.0 | 275.4 | 152.7 | 119.6 |
| 2009 | 267.2 | 148.0 | 116.5 | 243.0 | 131.3 | 99.2 | 277.9 | 156.5 | 122.4 |
| 2010 | 268.4 | 150.8 | 118.6 | 241.7 | 132.1 | 99.2 | 280.1 | 160.4 | 125.1 |
| 2011 | 269.1 | 153.3 | 120.4 | 240.0 | 132.7 | 99.2 | 281.9 | 163.9 | 127.6 |
| 2012 | 269.4 | 155.6 | 122.2 | 238.1 | 133.1 | 99.0 | 283.3 | 167.3 | 130.0 |
| 2013 | 269.7 | 157.9 | 123.9 | 236.1 | 133.5 | 98.8 | 284.6 | 170.7 | 132.3 |
| 2014 | 269.8 | 160.1 | 125.5 | 234.0 | 133.9 | 98.6 | 285.7 | 174.0 | 134.6 |
| 2015 | 269.8 | 162.3 | 127.1 | 232.0 | 134.2 | 98.3 | 286.6 | 177.3 | 136.8 |
| 2016 | 269.2 | 164.0 | 128.4 | 229.6 | 134.2 | 97.8 | 287.0 | 180.1 | 138.7 |
| 2017 | 268.4 | 165.6 | 129.7 | 227.0 | 134.1 | 97.3 | 287.0 | 182.7 | 140.5 |
| 2018 | 267.4 | 167.2 | 130.8 | 224.4 | 134.0 | 96.7 | 286.8 | 185.3 | 142.2 |
| 2019 | 266.3 | 168.6 | 131.9 | 221.7 | 133.8 | 96.1 | 286.5 | 187.8 | 143.8 |
| 2020 | 265.2 | 170.0 | 132.9 | 219.1 | 133.6 | 95.5 | 286.1 | 190.2 | 145.4 |
| 2021 | 263.5 | 170.9 | 133.6 | 216.2 | 133.1 | 94.7 | 285.1 | 192.1 | 146.5 |
| 2022 | 261.6 | 171.6 | 134.2 | 213.2 | 132.5 | 93.8 | 283.7 | 193.7 | 147.5 |
| 2023 | 259.5 | 172.3 | 134.6 | 210.1 | 131.9 | 92.8 | 282.2 | 195.3 | 148.4 |
| 2024 | 257.4 | 172.9 | 135.1 | 207.1 | 131.2 | 91.9 | 280.6 | 196.8 | 149.3 |
| 2025 | 255.2 | 173.4 | 135.5 | 204.1 | 130.5 | 91.0 | 278.9 | 198.3 | 150.1 |
| 2026 | 252.6 | 173.3 | 135.4 | 200.9 | 129.6 | 89.8 | 276.6 | 199.0 | 150.3 |
| 2027 | 249.7 | 173.1 | 135.2 | 197.5 | 128.5 | 88.6 | 274.0 | 199.5 | 150.4 |
| 2028 | 246.6 | 172.8 | 135.0 | 194.2 | 127.4 | 87.4 | 271.3 | 200.0 | 150.5 |
| 2029 | 243.6 | 172.5 | 134.8 | 191.0 | 126.4 | 86.2 | 268.5 | 200.4 | 150.5 |
| 2030 | 240.5 | 172.1 | 134.4 | 187.8 | 125.3 | 85.0 | 265.7 | 200.7 | 150.4 |

資料：シミュレーション結果。

注：四角形で囲まれた数値は各シナリオ中の品目別最高予想価格。

ると予想されることや、穀物に対する所得弾力性が低下してくることから、scenario 3の小麦のケースを除くと、いずれの場合にも、予測期間中のいずれかの時点以降には、国際価格は低下トレンドに転じると予測されている。

このように、耕地および灌漑地の利用可能性について、より厳しい想定をおいたシナリオにおいても、穀物の国際価格の横ばい傾向や将来における低下トレンドという予測結果が得られるということは、将来における極端な食料不足を訴える議論に対する反論となっている。さらには、穀物輸入の拡大を求める海外からの圧力が、国際穀物需給の緩和基調の下で、今後一層強まることを前提として、わが国の食料政策を考えるべきであるという含意を導いているといえるだろう。

次に、各国の生産量の予測結果を、各シナリオ別に2000年、2010年、2020年、2030年の4時点について示した第3表によると、ASEAN、カナダ、EU、旧ソ連、インド、日本、アメリカではscenario 1に比べてscenario 3の生産量は、3品目とも少なくなっている。

第3表 生産量予測結果

(単位：千トン)

| 国・地域 | 年 | 米 | | | | 小麦 | | | | トウモロコシ | | | |
|---------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 | 2000 | 2010 | 2020 | 2030 |
| 世界全体 | scenario 1 | 390,728 | 453,780 | 488,353 | 539,248 | 573,406 | 691,099 | 718,985 | 782,027 | 593,967 | 719,144 | 794,469 | 895,869 |
| | scenario 2 | 392,093 | 468,179 | 516,413 | 580,620 | 574,825 | 703,086 | 737,733 | 807,107 | 597,517 | 748,525 | 853,529 | 994,313 |
| | scenario 3 | 390,169 | 448,306 | 478,151 | 524,208 | 572,511 | 683,668 | 706,100 | 761,899 | 592,989 | 711,947 | 785,535 | 884,658 |
| アルゼンチン | scenario 1 | 640 | 748 | 781 | 890 | 15,066 | 17,638 | 20,016 | 23,271 | 16,590 | 21,714 | 27,670 | 33,220 |
| | scenario 2 | 640 | 751 | 789 | 908 | 15,066 | 17,230 | 19,139 | 21,968 | 16,591 | 20,477 | 24,555 | 28,022 |
| | scenario 3 | 640 | 748 | 782 | 891 | 15,066 | 17,898 | 20,605 | 24,259 | 16,590 | 22,105 | 28,449 | 34,372 |
| ASEAN | scenario 1 | 90,731 | 104,986 | 111,869 | 122,281 | 100 | 109 | 118 | 129 | 16,980 | 21,338 | 25,404 | 30,361 |
| | scenario 2 | 91,322 | 111,248 | 123,892 | 140,003 | 100 | 108 | 115 | 122 | 16,895 | 19,409 | 20,415 | 20,486 |
| | scenario 3 | 90,075 | 97,323 | 96,774 | 98,611 | 100 | 106 | 110 | 117 | 16,793 | 19,046 | 20,395 | 21,892 |
| オーストラリア | scenario 1 | 886 | 873 | 948 | 1,053 | 21,925 | 30,188 | 28,898 | 31,727 | 289 | 394 | 411 | 460 |
| | scenario 2 | 905 | 1,107 | 1,489 | 2,049 | 22,254 | 35,037 | 38,348 | 48,290 | 290 | 396 | 413 | 463 |
| | scenario 3 | 886 | 878 | 958 | 1,068 | 21,929 | 30,454 | 29,380 | 32,474 | 289 | 397 | 416 | 466 |
| カナダ | scenario 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25,091 | 27,003 | 24,363 | 26,716 | 7,679 | 8,238 | 9,394 | 10,486 |
| | scenario 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25,084 | 26,779 | 23,985 | 26,171 | 7,677 | 8,103 | 9,065 | 9,915 |
| | scenario 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25,065 | 26,809 | 24,044 | 26,198 | 7,671 | 8,127 | 9,113 | 9,996 |
| 中国 | scenario 1 | 130,719 | 152,411 | 154,317 | 165,390 | 107,072 | 130,872 | 132,592 | 145,520 | 119,489 | 146,989 | 171,773 | 204,272 |
| | scenario 2 | 130,814 | 153,046 | 154,941 | 164,903 | 107,538 | 135,499 | 140,881 | 158,024 | 120,485 | 159,169 | 198,446 | 249,867 |
| | scenario 3 | 130,741 | 152,815 | 155,241 | 166,774 | 107,100 | 132,003 | 134,785 | 148,980 | 119,539 | 148,026 | 173,882 | 207,758 |
| ヨーロッパ連合 | scenario 1 | 1,459 | 1,585 | 1,831 | 1,903 | 96,380 | 114,021 | 105,521 | 108,835 | 37,071 | 42,516 | 40,294 | 42,539 |
| | scenario 2 | 1,470 | 1,682 | 2,044 | 2,251 | 96,478 | 113,712 | 104,746 | 107,756 | 37,091 | 41,759 | 38,576 | 39,520 |
| | scenario 3 | 1,451 | 1,516 | 1,679 | 1,671 | 95,964 | 110,130 | 99,086 | 99,235 | 36,944 | 41,005 | 37,406 | 37,979 |
| 旧ソ連 | scenario 1 | 931 | 946 | 1,029 | 1,077 | 61,193 | 85,547 | 104,643 | 112,514 | 5,936 | 5,162 | 7,173 | 8,302 |
| | scenario 2 | 926 | 890 | 917 | 911 | 61,061 | 81,352 | 94,999 | 98,342 | 5,902 | 4,743 | 6,075 | 6,480 |
| | scenario 3 | 926 | 887 | 910 | 898 | 61,048 | 84,569 | 102,418 | 108,813 | 5,901 | 4,841 | 6,315 | 6,855 |
| インド | scenario 1 | 85,160 | 96,265 | 112,986 | 129,019 | 75,963 | 91,488 | 101,755 | 117,393 | 11,892 | 13,364 | 15,271 | 17,293 |
| | scenario 2 | 85,379 | 98,613 | 116,688 | 131,332 | 76,264 | 93,512 | 102,775 | 111,973 | 11,904 | 13,187 | 14,724 | 16,142 |
| | scenario 3 | 85,096 | 95,320 | 110,870 | 125,440 | 75,848 | 90,427 | 99,513 | 113,536 | 11,887 | 13,385 | 15,277 | 17,260 |
| 日本 | scenario 1 | 9,080 | 9,514 | 9,599 | 9,625 | 627 | 693 | 783 | 869 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | scenario 2 | 9,013 | 8,550 | 7,821 | 7,147 | 621 | 608 | 608 | 601 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | scenario 3 | 9,014 | 8,796 | 8,256 | 7,687 | 620 | 628 | 648 | 655 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| アメリカ | scenario 1 | 6,557 | 7,177 | 8,378 | 9,155 | 59,490 | 76,012 | 76,895 | 85,565 | 243,828 | 297,792 | 300,140 | 325,862 |
| | scenario 2 | 6,588 | 7,412 | 8,903 | 10,055 | 59,606 | 76,119 | 77,021 | 86,238 | 245,241 | 309,865 | 322,471 | 362,414 |
| | scenario 3 | 6,522 | 6,818 | 7,592 | 7,899 | 59,095 | 71,613 | 68,755 | 72,495 | 242,305 | 279,662 | 265,424 | 270,989 |
| その他世界 | scenario 1 | 64,564 | 79,275 | 86,616 | 98,854 | 110,499 | 117,527 | 123,401 | 129,490 | 134,211 | 161,637 | 196,937 | 223,073 |
| | scenario 2 | 65,035 | 84,880 | 98,930 | 121,061 | 110,753 | 123,131 | 135,116 | 147,621 | 135,441 | 171,416 | 218,789 | 261,004 |
| | scenario 3 | 64,818 | 83,205 | 95,087 | 113,269 | 110,676 | 119,031 | 126,755 | 135,137 | 135,069 | 175,351 | 228,858 | 277,091 |

資料：シミュレーション結果。

ることがわかる。これらの国では、耕地、灌漑地という生産資源の減少傾向が今後の穀物供給を抑制していくと考えられるのである。

たとえば、ASEANの米についてみるとscenario 1では2030年において1億2200万トンの生産量がscenario 2では1億4000万トンへとさらに増加している。一方、scenario 3では9900万トンと2000年の9000万トンから30年で約1割しか増加しないと見込まれる。ASEANでは総耕地の減少傾向と灌漑地の増加傾向が顕著であり、この傾向をどのように見込むかで、将来の穀物生産の予測が大きな影響を受けることを示している。そして、その結果として、2030年においてASEANは、二つの資源の制約条件について中立的なシナリオであるscenario 1では米の純輸出地域であるが、より厳しい仮定をおいたscenario 3では米の純輸入地域に変化することが示された。

一方、中国、アルゼンチン、オーストラリアおよびその他世界では、3品目とも、

scenario 3 の生産量が scenario 1 の生産量を上回っている。これらの地域では、耕地や灌漑地拡大の停滞、あるいは縮小という農業生産に対する制約よりも、国際価格の高値によって生産が刺激される効果の大きいことが予想されているのである。

このように、我々のモデルを用いたシナリオ分析を行なうことで、耕地と灌漑地の利用可能性の変化と国際穀物市場での輸出入国の構成との関係を具体的に議論することができる。また、ある地域で生じた輸入需要が、国際市場を通じて世界の他の国や地域に与える影響も、それぞれ定量的に示されることができる。このように資源制約パイロットモデルは、各国・地域の穀物需給の将来展望を、耕地および灌漑地の利用可能性と価格変化の影響とを組み合わせ、より多角的な視点から議論することを助けるものである。

4．おわりに

本稿では、長期における国際的な食料需給問題と資源制約問題を検討するために、新たに開発された資源制約パイロットモデルの概要とシミュレーション結果を紹介した。将来においては、このパイロットモデルをより精緻なものにしていくために、単収水準と灌漑面積の水準とを関係づけることなど、多くの課題が残されている。

また、対象とする品目や独立にとりあつかう国の数を拡大し、より広い関心に答えることのできるモデルとすることも望ましいが、モデルの大規模化は、その開発・維持に要する労力を指数的に増大させることになる。そのため、既存の大規模モデルをベースに、新たなモデル開発を行なうなどの対応方策が必要となる。