

1988年のアメリカの干ばつと穀物生産

中 川 光 弘

1. はじめに
2. 1988年の干ばつの状況
 - (1) 1988年気象の特徴
 - (2) 穀物生産の被害状況
 - (3) 穀物単収変動パターンと1988年干ばつの被害程度

3. 干ばつの穀物経済への影響
 - (1) 穀作経営への影響
 - (2) 穀物需給への影響
4. おわりに

1. は じ め に

1988年のアメリカは、1934年以来といわれる深刻な干ばつに見舞われた。このため主要農作物は甚大な被害を被り、1989年2月時点での推定によると、1988/89年度の生産量は、対前年比で小麦が14%の減産、トウモロコシが34%の減産、ソルガムが26%の減産、大豆が21%の減産を記録した⁽¹⁾。

アメリカの穀物需給は、全体的に、1980年代に入って輸出不振を反映して過剰傾向が強まり、高い在庫水準で推移していたので、1988年の干ばつの影響は在庫放出によってかなり緩和された。それでも、1988年11月時点での生産者価格は、対前年比で小麦が45%の上昇、トウモロコシが53%の上昇、ソルガムが44%の上昇、大豆が36%の上昇を示している。これらの穀物供給の圧倒的部分をアメリカからの輸入に依存している我が国においては、このために飼料価格や油脂価格の引き上げが行なわれた。

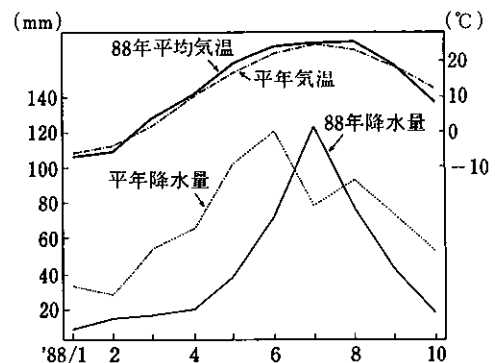
以下、本稿では、1988年の干ばつを振り返って見て、その発生と被害内容の特徴、穀作経営への影響、今後の穀物需給の展望等について検討してみることにする。

2. 1988年の干ばつの状況

(1) 1988年気象の特徴

1988年のアメリカの干ばつは、穀物生産の中心地域である中西部、北部平原を中心に発生した。この地域では、春小麦、トウモロコシ、大豆の作付段階での土壌水分が例年より低かったのに加え、その後の生育期間の5月から8月にかけての降水量も1934年以来の最低を記録し、甚大な被害を発生させた。

第1図には、コーンベルトに位置するアイオワ州の州都デモイン市における1～10月



第1図 アイオワ州デモイン市の月別降水量、平均気温の推移 (1988年)

資料: USDC, monthly Climatic Data for the World 各月版より。

間の月別降水量、平均気温の推移が示されている。これによると、1988年は、7月以外のどの月の降水量も平常降水量を大幅に下回っていたことがわかる。特に、例年だと比較的多くの雨が降る5月、6月の降水量が平常の4割、6割に過ぎず、作物の前期生育に大きな被害をもたらした。

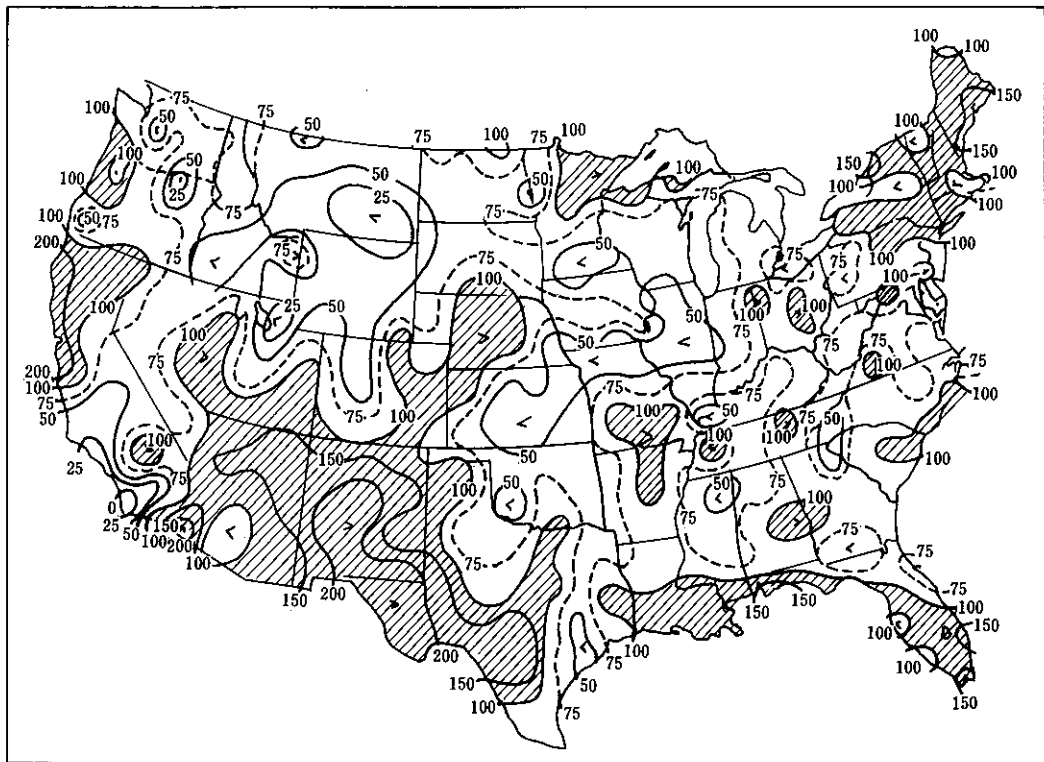
第2図には、アメリカ全土の6～8月間の降水量分布が、平常降水量との比率として示されている。これによると、1988年のアメリカの6～8月間の降水量が、東西両海岸、南部では平常水準を上回っていたのに対して、中西部、北部平原、アパラチア地方で少なかったことがわかる。特に、イリノイ州、ミネソタ州、アイオワ州、ミズリー州、カンザス州では、降水量が平常水準の50%以下の地

域がかなりあったことがわかる。

このように1988年夏に中西部、北部平原で雨が少なかったのは、グレート・プレーン、中西部の上空に大型の高気圧が居座ったためである。例年だとグレート・プレーン、中西部の上空を流れるジェット気流が、メキシコ湾の湿った空気を巻き上げ、初夏に中西部に雨をもたらすのであるが、1988年は居座った高気圧がこのジェット気流を二分してしまい、雨をもたらす雲をカナダとメキシコに追いやってしまったのである⁽²⁾。

(2) 穀物生産の被害状況

このような穀物生育のほぼ全期間にわたる少雨と高温は、各地で穀物生産に甚大な被害を引き起こした。第1表(1)～(3)には、小麦、



第2図 6～8月間の降雨量分布（平常降雨量に対するパーセンテージ表示）

資料：NOAA/USDA Joint Agricultural Weather Facility より。

第1表(1) 州別小麦生産内訳

	収 穫 面 積		単 収		生 産 量		
	1987	1988	1987	1988	1986	1987	1988
	(千エーカー)		(ブッシェル/エーカー)		(千ブッシェル)		
アラバマ	170	220	31.0	38.0	5,720	5,270	8,360
アリゾナ	89	85	89.9	96.5	8,688	8,005	8,200
アーカンソー	840	1,050	41.0	51.0	33,415	34,440	53,550
カリフォルニア	537	499	77.5	84.4	51,525	41,610	42,125
コロラド	2,555	2,401	38.1	34.8	96,430	97,380	83,470
デラウェア	48	60	42.0	45.0	1,530	2,016	2,700
フロリダ	60	55	30.0	33.0	3,100	1,800	1,815
ジョージア	460	475	31.0	43.0	15,400	14,260	20,420
アイダホ	1,140	1,170	75.0	67.0	81,750	85,500	78,420
イリノイ	950	1,220	59.0	55.0	36,080	56,050	67,100
インディアナ	600	700	58.0	49.0	30,100	34,800	34,300
アイオワ	30	35	38.0	30.0	1,680	1,140	1,050
カンザス	9,900	9,400	37.0	34.0	336,600	366,300	319,600
ケンタッキー	330	380	49.0	51.0	8,910	16,170	19,380
ルイジアナ	170	270	31.0	41.0	7,350	5,270	11,070
メリーランド	165	170	49.0	51.0	6,815	8,085	8,670
ミシガン	400	610	48.0	40.0	30,600	19,200	24,400
ミネソタ	2,519	2,085	40.7	21.9	103,666	102,588	45,703
ミシシッピ	350	480	36.0	45.0	6,200	12,600	21,600
ミズリー	770	1,550	46.0	50.0	18,810	35,420	77,500
モンタナ	4,690	3,830	32.2	15.7	138,520	151,220	60,200
ネブラスカ	1,950	2,000	44.0	39.0	76,000	85,800	78,000
ネバダ	21	19	80.0	77.4	1,720	1,680	1,470
ニュージャージー	27	26	45.0	45.0	1,290	1,215	1,170
ニューメキシコ	340	320	32.0	25.0	10,120	10,880	8,000
ニューヨーク	80	90	47.0	47.0	7,595	3,760	4,230
ノースカロライナ	440	480	41.0	47.0	15,180	18,040	22,560
ノースダコタ	9,135	7,240	29.5	15.3	292,320	269,120	110,980
オハイオ	800	920	58.0	50.0	48,300	46,400	46,000
オクラホマ	4,800	4,800	27.0	36.0	150,800	129,600	172,800
オレゴン	810	755	65.3	68.7	58,405	52,920	51,900
ペンシルバニア	185	170	43.0	44.0	9,680	7,955	7,480
サウスカロライナ	275	300	38.0	45.0	7,500	10,450	13,500
サウスダコタ	3,528	2,718	30.2	14.0	108,660	106,704	38,016
テネシー	350	430	41.0	49.0	10,725	14,350	21,070
テキサス	3,600	3,100	28.0	28.0	120,000	100,800	86,800
ユタ	199	175	45.0	39.5	9,750	8,963	6,912
バージニア	215	210	45.0	54.0	6,970	9,675	11,340
ワシントン	2,015	2,060	56.7	61.2	116,850	114,285	126,170
ウェストバージニア	11	9	45.0	46.0	396	495	414
ウィスコンシン	88	130	47.3	37.8	8,040	4,164	4,920
ワイオミング	288	244	30.6	25.7	8,445	8,820	6,268
全 米	55,930	52,941	37.6	34.2	2,091,635	2,105,200	1,809,638

注：1988年値は9月時点での推定値。

資料：USDA, Crop Production, September 1988. より。

第1表(2) 州別トウモロコシ生産内訳

	収 穫 面 積		単 収		生 産 量		
	1987	1988	1987	1988	1986	1987	1988
	(千エーカー)		(ブッシェル/エーカー)		(千ブッシェル)		
アラバマ	250	170	72.0	42.0	15,390	18,000	7,140
アリゾナ	20	17	100.0	130.0	2,640	2,000	2,210
アーカンソー	65	55	115.0	90.0	8,480	7,475	4,950
カリフォルニア	190	160	150.0	153.0	38,000	28,500	24,480
コロラド	690	820	155.0	145.0	99,400	106,950	118,900
コネチカット	—	—	—	—	—	—	—
デラウェア	148	140	73.0	75.0	14,027	10,804	10,500
フロリダ	105	60	72.0	55.0	9,920	7,560	3,300
ジョージア	610	500	84.0	65.0	42,340	51,240	32,500
アイダホ	50	60	130.0	135.0	7,800	6,500	8,100
イリノイ	9,100	9,500	132.0	70.0	1,404,000	1,201,200	665,000
インディアナ	4,680	4,800	135.0	74.0	695,400	631,800	355,200
アイオワ	10,050	10,400	130.0	78.0	1,626,740	1,306,500	811,200
カンザス	1,180	1,150	120.0	110.0	181,560	141,600	126,500
ケンタッキー	1,140	1,050	104.0	65.0	139,840	118,560	68,250
ルイジアナ	213	110	105.0	90.0	44,660	22,365	9,900
メイン	—	—	—	—	—	—	—
メリーランド	460	430	78.0	56.0	42,340	35,880	24,080
マサチューセッツ	—	—	—	—	—	—	—
ミシガン	1,950	1,600	95.0	65.0	257,250	185,250	104,000
ミネソタ	5,000	4,300	127.0	65.0	707,600	635,000	279,500
ミシシッピ	185	160	80.0	55.0	13,500	14,800	8,800
ミズリー	2,150	2,000	113.0	70.0	280,720	242,950	140,000
モンタナ	15	17	105.0	110.0	1,495	1,575	1,870
ネブラスカ	6,200	6,600	131.0	112.0	896,000	812,200	739,200
ニューハンプシャー	—	—	—	—	—	—	—
ニュージャージー	95	84	110.0	65.0	11,128	10,450	5,460
ニューメキシコ	49	51	155.0	155.0	8,250	7,595	7,905
ニューヨーク	510	500	109.0	85.0	61,380	55,590	42,500
ノースカロライナ	1,150	930	60.0	85.0	93,840	69,000	79,050
ノースダコタ	500	280	93.0	40.0	49,290	46,500	11,200
オハイオ	3,020	2,900	120.0	74.0	476,160	362,400	214,600
オクラホマ	56	60	107.0	95.0	5,220	5,992	5,700
オレゴン	24	15	165.0	170.0	4,800	3,960	2,550
ペンシルバニア	1,060	990	90.0	62.0	127,720	95,400	61,380
ロードアイランド	—	—	—	—	—	—	—
サウスカロライナ	375	340	78.0	55.0	21,160	29,250	18,700
サウスダコタ	2,750	2,250	83.0	45.0	233,700	228,250	101,250
テネシー	580	520	91.0	65.0	56,980	52,780	33,800
テキサス	1,250	1,300	107.0	105.0	148,960	133,750	136,500
ユタ	20	22	140.0	125.0	2,250	2,800	2,750
バーモント	—	—	—	—	—	—	—
バージニア	300	370	63.0	72.0	21,600	18,900	26,640
ワシントン	80	80	170.0	170.0	20,400	13,600	13,600
ウエストバージニア	50	51	72.0	50.0	6,300	3,600	2,550
ウィスコンシン	2,800	1,950	118.0	75.0	365,800	330,400	146,250
ワイオミング	47	41	111.0	110.0	5,814	5,217	4,510
全 米	59,157	56,833	119.4	78.5	8,249,864	7,064,143	4,462,475

第1表(3) 州別大豆生産内訳

	収 穫 面 積		単 収		生 産 量		
	1987	1988	1987	1988	1986	1987	1988
	(千エーカー)		(ブッシェル/エーカー)		(千ブッシェル)		
アラバマ	480	560	16.5	21.0	14,030	7,920	11,760
アーカンソー	3,150	3,150	22.0	21.0	66,000	69,300	66,150
デラウェア	235	225	18.0	24.0	5,760	4,230	5,400
フロリダ	93	115	25.0	25.0	3,220	2,325	2,875
ジョージア	780	850	20.0	23.0	13,940	15,600	19,550
イリノイ	8,500	8,700	38.0	28.0	360,000	323,000	243,600
インディアナ	4,250	4,200	40.0	30.0	157,250	170,000	126,000
アイオワ	7,900	7,850	43.5	29.0	350,675	343,650	227,650
カンザス	2,110	2,100	32.0	25.0	58,290	67,520	52,500
ケンタッキー	960	950	25.0	27.0	35,840	24,000	25,650
ルイジアナ	1,600	1,670	23.5	23.0	35,000	37,600	38,410
メリーランド	410	455	22.5	25.0	10,530	9,225	11,375
ミンガン	1,090	1,210	35.0	28.0	28,830	38,150	33,880
ミネソタ	4,650	4,700	39.0	23.0	162,750	181,350	108,100
ミシシッピ	2,450	2,200	19.5	19.0	41,659	47,775	41,800
ミズリー	4,830	4,200	32.0	25.0	170,625	154,560	105,000
ネブラスカ	2,300	2,300	35.5	30.0	93,100	81,650	69,000
ニュージャージー	99	103	31.0	27.0	3,276	3,069	2,781
ノースカロライナ	1,340	1,420	24.5	26.0	36,720	32,830	36,920
ノースダコタ	475	630	32.5	13.0	16,450	15,438	8,190
オハイオ	3,980	3,700	37.0	29.0	146,610	147,260	107,300
オクラホマ	230	320	25.0	21.0	4,800	5,750	6,720
ペンシルバニア	165	205	34.0	29.0	5,425	5,610	5,945
サウスカロライナ	730	780	21.5	21.0	13,695	15,695	16,380
サウスダコタ	1,390	1,700	32.5	20.0	40,565	45,175	34,000
テネシー	1,250	1,340	23.0	24.0	35,500	28,750	32,160
テキサス	150	235	28.0	28.0	4,370	4,200	6,580
バージニア	520	550	21.0	26.0	13,680	10,920	14,300
ウィスコンシン	320	400	38.0	31.0	11,520	12,160	12,400
全 米	56,437	56,818	33.7	25.9	1,940,101	1,904,712	1,472,376

トウモロコシ、大豆の主要生産州別の生産内訳が示されている。これによると、第2図で確認したように、6～8月間の降水量が例年に比べて特に少なかった中西部、北部平原で減収率が高かったことがわかる。

小麦については、冬小麦地帯での干ばつの被害は小さかったが、春小麦地帯での被害が甚大であった。例えば、春小麦地帯に位置するミネソタ州、ノースダコタ州、サウスダコタ州、モンタナ州では、小麦単収は対前年比で46%、48%、54%、51%の減収を記録し

た。

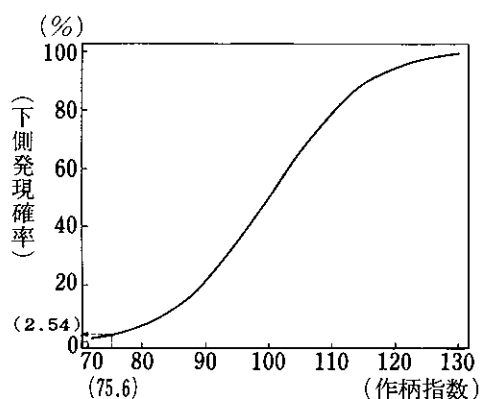
トウモロコシと大豆については、この両作物の生産の中心地であるコーンベルトとその周辺での被害が甚大であった。開花期が一時に集中するトウモロコシの方が、大豆に比べて、その減収率が一般に大きい。

トウモロコシ、大豆の減収率は、オハイオ州で38%、22%、インディアナ州で45%、25%、イリノイ州で47%、26%、アイオワ州で40%、33%、ミズリー州で38%、22%を記録した。これらのコーンベルト5州での

減収率が大きかったことが、全国生産量を大幅に引き下げた。これとは対照的に、東部、南東部、南部では、単収が伸びた州もみられる。

(3) 穀物単収変動パターンと1988年干ばつの被害程度

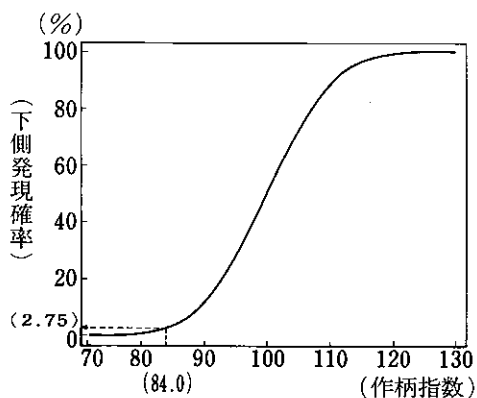
1988年の干ばつの被害は、アメリカの穀



第3図 トウモロコシ作柄指数とその作柄指数以下の不作年発現確率

(1930~88年間, $\mu=100$, $\sigma=12.5$)

資料: USDA, *Agricultural Statistics* 各年版データより推計。



第4図 大豆作柄指数とその作柄指数以下の不作年発現確率

(1930~88年間, $\mu=100$, $\sigma=8.3$)

資料: 第3図に同じ。

物生産の歴史の中でどの程度のものであったのだろうか。第3図、第4図には、1930~88年間のアメリカのトウモロコシと大豆の単収の推移より推計した、作柄指数とその作柄指数以下の不作年発現確率との関係がプロットされている。

これは、同期間の単収の推移に、トウモロコシについては3次トレンド式を、大豆については1次トレンド式を当てはめて単収を求め、これを実績値を割って100倍して求めた作柄指数が、トウモロコシについては標準偏差12.5で、大豆については8.3で正規分布していたことより求めたものである⁽³⁾。

これによると、1988年のトウモロコシの作柄指数は75.6、大豆の作柄指数は84.0だったので、この作柄指数以下の不作年発現確率は、トウモロコシが0.0254、大豆が0.0275となる。つまり、1988年の干ばつによる減収の程度は、これまでの単収変動パターンからみて、トウモロコシでは39年に1度、大豆では36年に1度発現する被害程度のものであったことがわかる。

3. 干ばつの穀物経済への影響

(1) 穀作経営への影響

1988年の干ばつは、アメリカの穀作経営にどのような影響を与えたのであろうか。第2表には、FAPRI(食料農業政策研究所)が1988年7月に予測した、干ばつの穀作経営への影響が示されている。

ここでは、アメリカの代表的な穀作経営として、トウモロコシの基準面積を100エーカー(40.4ha)もっており、1988年トウモロコシ計画に参加しており、さらに大豆を100エーカー作付けしている穀作経営が想定されている。弱い干ばつの場合として、トウモロコシが26%の減収、大豆が13%の減収が仮定されており、強い干ばつの場合として、トウモロコシが45%の減収、大豆が24

第2表 1988年トウモロコシ計画参加農家の純収益

	全国および地区 ともに平年気候	全 国 弱 い 干 ば っ		
		地区平年気候	地 区 弱 い 干 ば っ	地 区 強 い 干 ば っ
トウモロコシ基準面積 (エーカー)	100.0	100.0	100.0	100.0
トウモロコシ作付面積 (エーカー)	70.0	70.0	70.0	70.0
無償減反面積 (エーカー)	20.0	20.0	20.0	20.0
有償減反面積 (エーカー)	10.0	10.0	10.0	10.0
トウモロコシ単収 (ブッシェル/エーカー)	118.5	118.5	87.1	50.0
計画単収 (ブッシェル/エーカー)	105.0	105.0	105.0	105.0
トウモロコシ生産 (ブッシェル)	8,295	8,295	6,097	3,500
トウモロコシ市場価格 (ドル/ブッシェル)	1.93	2.85	2.85	2.85
目標価格 (ドル/ブッシェル)	2.93	2.93	2.93	2.93
不足払い (ドル/ブッシェル)	1.00	0.08	0.08	0.08
減反支払い (ドル/ブッシェル)	1.75	1.75	1.75	1.75
トウモロコシ販売額 (ドル)	16,009	23,641	17,376	9,975
不足払い (ドル)	7,350	588	588	588
減反支払い (ドル)	1,838	1,838	1,838	1,838
トウモロコシ粗収入 (ドル)	25,197	26,066	19,802	12,401
エーカー当たりトウモロコシ変動費 (ドル)	146.28	146.28	146.28	146.28
エーカー当たり土地遊休費 (ドル)	20.00	20.00	20.00	20.00
トウモロコシ変動費 (ドル)	10,840	10,840	10,840	10,840
トウモロコシ純収益 (ドル)	14,357	15,227	8,962	1,561
大豆作付面積 (エーカー)	100.0	100.0	100.0	100.0
大豆単収 (ブッシェル/エーカー)	33.1	33.1	28.9	20.0
大豆生産 (ブッシェル)	3,310	3,310	2,890	2,000
大豆価格 (ドル/ブッシェル)	6.34	8.91	8.91	8.91
大豆販売額 (ドル)	20,985	29,492	25,750	17,820
大豆粗収益 (ドル)	20,985	29,492	25,750	17,820
エーカー当たり大豆変動費 (ドル)	69.64	69.64	69.64	69.64
大豆変動費 (ドル)	6,964	6,964	6,964	6,964
大豆純収益 (ドル)	14,021	22,528	18,786	10,856
総純収益 (ドル)	28,379	37,755	27,748	12,417

資料: Westhoff P., Meyers W.H., Johnson S.R., Branst J. and Womack A., "The Drought of 1988: Possible Market Impacts and Policy Implications", *Food and Agricultural Policy Research Institute staff Report No. 2-88*, July 1988. より。

%の減収が仮定されている。

これによると、1988年干ばつの穀作経営への影響は、その地区の干ばつの被害の程度に応じて大きく異なっていることがわかる。これは、干ばつのため生産量は減少するが、他方では需給が逼迫するため市場価格が高騰するためである。

全国規模として弱い干ばつが発生した中で、平年気候で推移した地区の経営は、全国および地区ともに平年気候で推移した場合に比べて、トウモロコシ純収益が6%増加、大豆

純収益が61%増加、全体で33%の純収益増加が予測されている。一方、強い干ばつが発生した地区では、トウモロコシ純収益が89%減少、大豆純収益が23%減少、全体で56%の純収益減少が予測されている。

在庫水準が比較的低かった大豆では、干ばつによる減産が市場価格を大きく引き上げたので、個々の経営への干ばつの影響は、トウモロコシの場合に比べて、かなり小さかったことがわかる。

第3表 アメリカの穀物需給

	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90*
小麦:				
作付面積(百万エーカー)	72.1	65.8	65.5	75.4
単収(ブッシェル/エーカー)	34.4	37.7	34.1	37.7
生産量(百万ブッシェル)	2,092.00	2,107	1,811	2,420
期末在庫(百万ブッシェル)	1,821	1,261	538	565
生産者価格(ドル/ブッシェル)	2.42	2.57	3.68	3.52
トウモロコシ:				
作付面積(百万エーカー)	76.7	65.7	67.6	75.0
単収(ブッシェル/エーカー)	119.3	119.4	84.6	117.2
生産量(百万ブッシェル)	8,250	7,072	4,921	7,885
期末在庫(百万ブッシェル)	4,882	4,259	1,575	1,642
生産者価格(ドル/ブッシェル)	1.50	1.94	2.52	2.15
大豆:				
作付面積(百万エーカー)	60.4	58.0	58.9	61.6
単収(ブッシェル/エーカー)	33.3	33.7	26.8	33.7
生産量(百万ブッシェル)	1,940	1,923	1,539	2,027
期末在庫(百万ブッシェル)	439	302	137	288
生産者価格(ドル/ブッシェル)	4.78	6.15	7.56	5.85

注: 1989/90年度の値は2月時点での予測値。

資料: Food and Agricultural Policy Research Institute, *FAPRI US and World Agricultural Outlook: Summary and Tables*, February 1989. より。

(2) 穀物需給への影響

1988年の干ばつは、今後のアメリカの穀物需給にどのような影響を与えるであろうか。第3表には、FAPRIが1989年2月に発表したアメリカの穀物需給予測の値が示されている。

これによると、1989/90年度は、穀物市況が好転したのを反映して、小麦、トウモロコシ、大豆の作付面積がそれぞれ15%、11%、5%増加することが予測されている。したがって、作柄が平年作の場合には、生産量は、小麦が24億2,000万ブッシェル(6,590万トン)、トウモロコシが78億8,500万ブッシェル(2億30万トン)、大豆が20億2,700万ブッシェル(5,520万トン)に増加するという。

ただし、1988年の干ばつの影響で急減した期末在庫は、小麦、トウモロコシについては、輸出需要が旺盛なので、それほど回復せず、1989/90年度の期末在庫水準は、小麦が

生産量の23%、トウモロコシが21%、大豆が14%と予測されている。

4. おわりに

以上、1988年のアメリカの干ばつについて、その発生内容の特徴と穀物生産への影響、穀作経営、穀物需給全体への影響について概観した。

1988年のアメリカの干ばつは、グレート・プレーン、中西部上空への大型高気圧の居座りによる、ジェット気流の分断化によって引き起こされた。このために、中西部、北部平原の4~8月間の降水量は1934年以来の最低を記録し、北部平原での春小麦生産、コーンベルトとその周辺でのトウモロコシ、大豆生産に甚大な被害をもたらした。

ただし、干ばつの穀作経営への影響は、その地区の干ばつの程度に応じて大きく異なっており、また、在庫水準が低かった大豆では、

干ばつによる減産が市場価格を大きく引き上げたので、干ばつによる純収益の減少はトウモロコシのように大きくはなかった。干ばつによる市況の好転を反映して、1989/90年度の作付面積は拡大が予想されるが、輸出需要が旺盛な小麦、トウモロコシでは、干ばつの影響で急減した期末在庫の回復はそれほど見込めない。

1988年のアメリカの干ばつについては、干ばつ発生の周期性や温室効果の視点から、興味深い研究成果が発表されているが、この点に関しては、今後の検討課題とし、他日を期することにしたい⁽⁴⁾。

注(1) USDA, ERS, *Agricultural Outlook*, January/February 1989.

(2) Saidy H., "The Big Dry", *Times*, July 4 1988.

(3) 中川光弘「米国における最近のトウモロコシ生産——その動向と安定性——」(『農業及び園芸』1986年8月号), 「米国における最近の大豆生産——その動向と安定性——」(『農業及び園芸』1987年3月号)。

(4) 例えば, Thompson L.M., "Effects of Changes in Climate and Weather Variability on the Yields of Corn and Soybeans", *Journal of Production Agriculture*, Vol. 1, 1988.