

4.4 尿 素

4.4.1 世界における需給

1984/85年から1986/87年の3年間にわたる世界の尿素の生産と消費を、A-Table 4-19に示す。全世界の生産は26.2MMTから28.9MMT、10.4%の増加、消費は22.7MMTから26.4MMT、16.2%の増加を示している。尿素は肥料用以外にも工業用としてメラミン、イソシアヌール酸、尿素樹脂等の原料として消費される。はっきりした統計数値はないが、工業用需要は3MMT/Y程度とみなし得る。従って尿素の消費の大部分は肥料用とみなして支障ない。

世界の尿素の生産設備能力推移を Fig. I-4-9 とTable I-4-32に示す。

(million tonnes N)

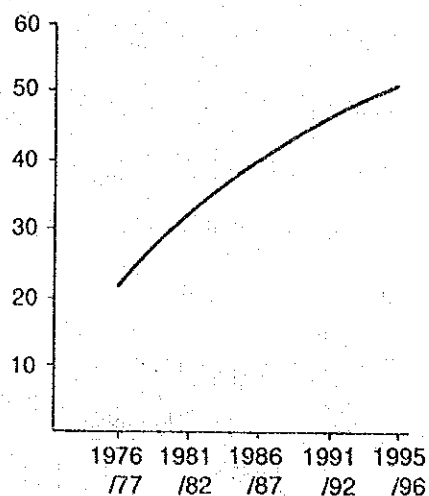


Fig. I-4-9 World Urea Capacity

Table I-4-32 Urea Capacity by Region

Unit: 1,000 TN

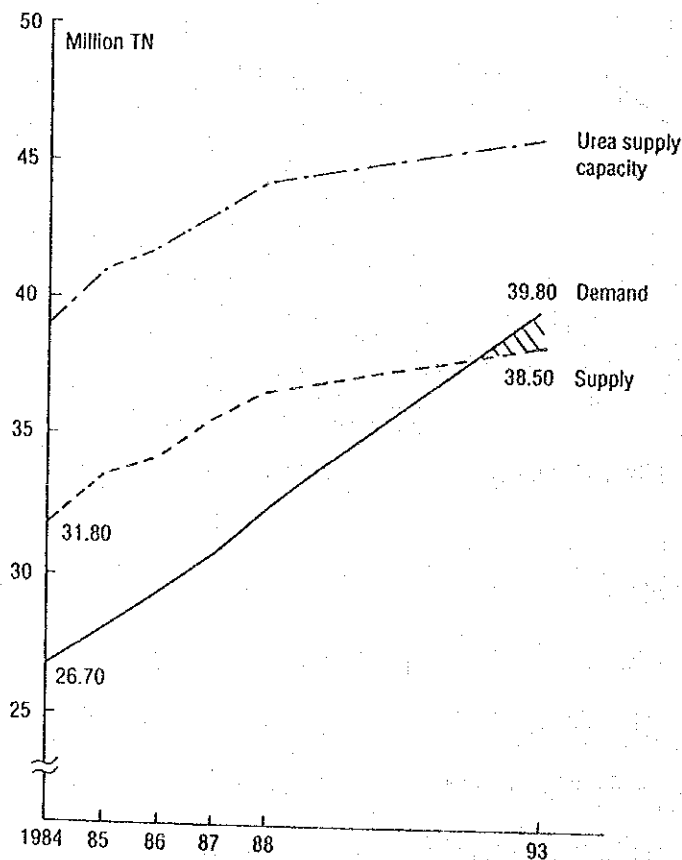
	1986/87	1990/91	1995/96
Western Europe	3,736	3,711	3,803
Eastern Europe	10,029	10,899	11,507
Africa	1,295	1,423	1,423
North America	4,329	4,403	4,403
Central America	1,076	1,759	1,759
South America	1,163	1,425	1,638
Asia	18,642	21,574	25,368
Australia and Oceania	179	376	528
World total	40,476	45,570	50,429

Source: NITROGEN No. 167, May/June 1987

1976/77年度から1986/87年度の10年間に19MMTの生産設備増がみられたに比べ、1995/96年までには10MMTの増加が予想され、そのペースは半減する。これは農産物価格の低迷に起因する尿素価格の低落が新規プラントへの投資意欲をしばませアジア地域等一部を除き新規計画が減少していることによる。アジア地域では、6.7MMTの尿素生産能力増が予想される。そのうち、インドで2MMT、中国で1MMTが已に公約されているが、この両国ともこの増加分は全て国内消費にまわるといふ需要増が見込まれている。一方インドネシアも5計画、1MMTNを超える増加があるが、これは内需を主体としているものの、できれば輸出して原油価格の低下による外貨収入の減少を補填したい意向がある。東欧では、1.5MMTの設備増が

見込まれているが、その大部分はソ連における既存アンモニア/尿素複合プラントの改修/拡張と数基の尿素プラントの新設によるものである。この他南米でベネズエラの 0.5MMT、ブラジルの 0.2MMT 等があるが、北米、西欧では何もないに等しい。アフリカではナイジェリアの 2 基合わせて 0.4MMT が生産に入ることとなり、その製品は全量国内消費にまわる筈である。

一方尿素の需給バランス予測については日本の通商産業省化学肥料課が主催して1987年末に行った検討の結果を Fig. I-4-10に示す。世界の尿素供給可能量は1984年に 31.8MMTであったものが年率2.15%の増加で1993暦年には 38.5MMTに達する。片や世界の尿素需要は1984年に 26.7MMTであったものが、1993年には 39.8MMTに達するものと予測され、その伸び率は4.54%と供給の増加率を大幅に上回る。その結果として、1990年代はじめに需給タイトから1993年代には 1.3 MMTの不足に陥るものと見込まれている。



Source: Kagaku Keizai, Jan., 1988

Fig. I-4-10 World Urea Supply/Demand Balance

4.4.2 尿素的貿易

A-Table 4-20に、上記通産省主催の検討に際して集約された1984年の世界の尿素貿易を引用した。肥料貿易の様相も大きく変化し、1960年代半ばには硫酸と硝酸が貿易量の60%近く占めていたものが今日では10数%に低下し、一方60年代に20%にすぎなかった尿素が今日略50%を占めるに至っている。このことは国際取引における窒素肥料としての尿素的の位置づけの重さを如実に物語るものであろう。

主要輸出国としては東欧（ソ連、ルーマニア）が5 MMT 尿素、次いで中東（クウェート、カタール、サウジアラビア）の 2.0MMT 尿素、オランダの 1.1MMT 尿素が大きい。北米の米国、カナダ両国もプールして見れば輸出2.2MMT、輸入 2.1 MMT で輸出入バランスしており、米国は、ソ連、ルーマニアからの輸入量相当をアジア地域に輸出していることになる。主要輸入国はアジア地域、中でも中国、インドであり、この二つの国で 7.8MMT を占めていた。

1986年の尿素的の市場は、アンモニアもそうであったが、陥没価格の典型ともいえる捨て値的な価格低落を経験した。1987年には価格のゆるやかな上昇と貿易の安定性の回復が見られた。1987年の国際取引にみられる特殊な面について記述する。中国は3.80MMT を輸入したが、これは政府の穀物増産奨励政策に由来する。政府は買い入れる穀物 1 T 当たり60kgの肥料を農民に現物支給する優遇措置を設定したが、そのため多量の肥料の手持ちを準備する必要があったといわれる。その供給の大部分はソ連および中東によってなされた。一方、尿素的の輸入大国であったインドでは、政府が尿素輸入に対し外貨割り当てを制限する政策を前年に引き続き維持してきたこともあって、当年の輸入はソ連、ルーマニア等から0.50MMT にすぎなかった。インドの新しいアンモニア/尿素プラントが稼働するまでの期間、このような尿素輸入制限が継続し得るものかどうか疑問は残る。パキスタンは一時尿素的の輸出国であったが、ここで再び実質的な輸入に転じた。中東および東欧から 0.40MMTの尿素的が輸入された。このことは1986年5月の肥料補助金廃止と、輸入および販売に対する制限の撤廃が影響したものと考えられる。日本が円高と窒素肥料工業の合理化の進展とを背景として0.25MMT と輸入を前年度の3倍にふやしたことも見逃せない。

一方同年の傾向を輸出の面から見るならば、ソ連は2 MMT とやはり最大手の輸出国である。1986年の東欧からの安値の輸入尿素的価格について米国が行った調査

報告が一つの要因ともなっていることかソ連の輸出攻勢には前年程の積極性が見られない。しかしソ連国内の今後の尿素需給バランスを予測すれば、この2MMT/Yのレベルが頭打ちではなかろうか。インドネシアも1986年の1.5MMTの輸出を大幅に割り込むと見られる。これは1986年11月から1987年3月までの間の輸出禁止に代表されるように政府の国内需要最優先の政策によるものであり、このような政策は今後もあり得ると考えられるからである。

4.4.3 価格

尿素の国際市場の特徴は、輸入国の数が限られ、そのいずれもが大口輸入国であることである。それゆえ、市況は大口輸入国の動向に影響を受けやすい。この典型的なあらわれが1986年～87年の尿素価格に見ることができる。1986年、最大手の買い手インドが市場から実質上引いたことと中国の買い控えに起因して、A-Fig. 4-3およびA-Fig. 4-4に見られるように、尿素の国際価格はバルクFOBで65US\$/T、袋詰めFOBで80US\$/Tという暴落を来した。つづく1987年早々からの中国の強い買い出動によって尿素市況は急速に改善した。勿論未だ妥当な価格レベルに戻ったとはいえぬもののバルクで100US\$/T近く、袋詰めで115US\$/Tの値をつけ、その後も相場は堅調を維持し、1988年央にはバルクで130US\$/T、袋詰めでは150US\$/Tを超えた。

勿論こうした国際市況に固有の要因ばかりでなく、尿素価格に影響を与える要因は、その原料であるアンモニアの価格構成と同様、エネルギー価格、異常気象、農産物市況、新規計画の規模と実施のタイミング等、尿素価格を一つの傾向としてとらえるにはあまりにも不確定要因が多すぎる。

簡単に石油危機以降の国際価格の変化をFOBバルクベースでふり返ってみると、石油価格の高騰後の1974/75年度尿素の価格は350US\$/Tと急騰したが、それにつづく1976/77年度までの間世界的に新プラントの稼働開始が続いて、尿素価格は暴落し100US\$/Tを割りこんだ。その後高下しつつも次第に上昇し1980/81年度には240US\$/Tのピークをつけた。つづく数年間農業不況による肥料需要の停滞、東欧地域を主とする新プラントの稼働開始と、その外貨獲得を目的とした多分変動費以下の価格による輸出攻勢などで、尿素価格は120US\$/T台まで急落した。しかし、1983/84年度には米国の農業市況も持ち直し、国際市場には中

国、インドの買い付けも入って一時的に価格は回復し 170US\$/T をマークした。この年度の尿素需要は農産物過剰のため假需として在庫にまわったため1984/85年度には価格は 100US\$/T 近くまで下落することとなった。

以上の様な経過ではあるが、それをふまえて世界銀行は World Nitrogen Survey, 1986, の中で1990-1995年の尿素価格を、已に本章 4.3.3 に示したようないくつかの前提をおいた上で、下表の如く推計を行っている。

Table I-4-33 Urea Price Forecast (FOB in Bulk)

Unit: US\$/T

	Low Forecast	Average Price Forecast	High Forecast
U.S. Gulf	155	185	210
West Europe	160	190	215
Arabian Gulf	158	188	213

袋詰め尿素の価格は上記に15US\$/T をそれぞれ加算した価格となる。

4.4.4 ジンバブエの国内事情

(1) 尿素の輸入

ジンバブエで使用される尿素は全量輸入されている。輸入総額および輸入量を次表に示す。全額は輸出国FOB価格であり、同国中央統計局の集計した輸入金額(Z\$)をUS\$に換算するについてはTable I-4-26のIMF平均換算レートを使用した。

Table I-4-34 Urea import

Year	Quantity (T)	Z\$1,000	US\$1,000	Unit price US\$/T
1983	24,000	3,997	3,954	164.8
84	30,265	2,814	2,262	74.7
85	31,182	6,658	4,130	128.3
86	24,106	3,875	2,327	96.5
87	1,031	294	177	171.7

Source: CSO.

上表中の1984年のUnit Priceが国際価格と比較して大幅に低いのは、集計上の誤りで、実際には 150US\$ 前後と思われる。1987暦年の輸入量が極端に少ないのは外貨割り当て上の問題とみられる。

輸入はバルク、袋詰め両荷姿で行われており上記の数値はそれらを合算したものであってその比率は明らかでない。

(2) 国内の需給

農業用に使われている尿素はZFCとWINDMILLの2社が単肥用および複合肥料に加工して小売されている。

最近の販売量と輸入量はTable I-4-35 の通りである。

Table I-4-35 Urea Sales

	Unit: T	
	Sale	Import
1984/85	7,118	30,265
85/86	25,493	32,182
86/87	27,155	24,106
87/88	1,629	1,031
Total	61,395	87,584

Note: Sales corresponds that from March through February of next year.

この表においても、1987年は輸入も少ないので販売量も少ないということでやむを得ぬ帰結を反映している。それをのぞいて考察すれば、尿素は毎年約30KT/Yが輸入消費されている。この販売量は単肥としての消費と、家畜、特に牛の飼料用のものを含み、飼料にまわっているものは約12KT/Yと推定される。

輸入量と販売量の差はZFCとWINDMILLで製造している複合肥料の原料として使用されるものが大部分を占める。複合肥料の窒素成分の多い、例えば銘柄JTX等はかなり量の尿素を使用する。現在登録されている複合肥料の成分を次表に示す。

Table I-4-36 Compounds

Compound Tel Code	Nitrogen	Citric Soluble Phosphate	Potash	Minimum Sulphur	Micro Nutrient Content
A ALPHA	2	17	15 15 sul	10.0%	0.1% boron
B BRAVO	4	17	15 15 sul	9.0%	0.1% boron
C CHARLIE	6	17	15 11 sul 4 chlor	7.5%	0.1% boron
D DELTA	8	14	7 7 chlor	6.5%	
J JULIET	15	5	20 20 chlor	3.4%	0.1% boron
L LIMA	5	18	10 10 chlor	8.0%	0.25% boron
M MIKE	10	10	10 10 chlor	6.5%	
P POPPA	10	18	0	6.5%	
S SIERRA	7	21	7 7 sul	9.0%	0.04% boron
*T TANGO	25	5	5 5 sul	5.0%	
V VICTOR	4	17	15 11 sul 4 chlor	8.0%	0.1% boron
X X-RAY	20	10	5 5 chlor	3.0%	
Z ZULU	8	14	7 7 chlor	6.5%	0.8% zinc

工業用尿素の国内需要はあまり多くない。合板および家具製造のための接着剤原料として 1.5~2 KT/Y、その他イースト発酵用や塗料原料として50T/Y程度が現在の消費水準であり、このところこの分野であまり大きな消費増は期待できない。

(3) 国内価格

肥料の工場出荷価格は尿素に限らず全て公示価格で、1988年9月23日には1985年以來の公示価格が改訂された。

改訂前後の価格は次の通り。

Table I-4-37 Fertilizer Posted Prices

	Before Revision (Z\$)	After Revision (Z\$)	After/ Before (%)
Ammonium nitrate (34.5%N)	406.00	415.40	102.3
Urea (46%N)	541.40	553.80	102.3
Sodium nitrate (16%N)	609.80	821.20	134.7
Ammonium sulphate (21%N)	—	388.60	—

Source: The Herald 23rd Sept., 1988

尿素の値上がりは硝安と同比率の2.3%におさえられており、この比率は過磷酸の23%、カリ肥料の12~14%、複合肥料の20%前後の値上がりよりはるかに低く設定されている。また改訂後の価格体系では、尿素も硝安も窒素換算では等しく1,204Z\$/TNであるに比し、硫安は1,851Z\$/TN、硝酸ソーダは5,133Z\$/TNと比較にならぬ程高く設定されている。これらの価格体系はこの国の農業における窒素肥料の重要性と、尿素と硝安の主要窒素肥料としての競争力と適合性を示すものであろう。

ここで尿素価格構成の検討に資するため、硝安の流通経費とマージンを解析しておく。SABLE社より提供された情報によれば価格改訂前の硝安の ex-factory on rail priceは袋詰め324Z\$/Tである。これにKwekwe-Harareの鉄道運賃8.74Z\$/Tを加算すればHarare着 on rail priceは333Z\$/Tとなる。改訂前のHarare on railの小売価格が406Z\$/Tであるから販売業者のマージンは $406/333=1.22$ で22%程度と推察される。

4.4.5 尿素の特長

(1) 世界における生産

尿素は硝安に比べてはるかに歴史の浅い肥料である。その窒素肥料としての肥効について1930年代の後半に多くの試験が行われ、他の窒素肥料と同等あるいは場合によってはそれ以上に良好であることが判明した。しかし、その工業的大量生産の基盤が整って本格的な供給が始まったのは1960年代後半からである。しかし、本格的な供給開始後の普及と伸びは目覚ましいものがあり、硝安のシェアを次第に圧倒して行った。この傾向は今も続いている。その状況をNitrogen No. 163, 1986の記事から引用し、以下Table I-4-38、Fig. I-4-11 および Fig. I-4-12に簡単に紹介する。

Table I-4-38 Composition of Urea and Ammonium Nitrate in 1984/85

		Urea	AN
Production	As nitrogen (MMT)	26.1	11.3
	Share (%)	35	15
	Growth rate (%)	158.4	22.8
Consumption	As nitrogen (MMT)	22.8	10.3
	Share ¹⁾ (%)	30 (21)	15 (18)
	Growth rate ²⁾ (%)	147.8	21.2

Source: Nitrogen No. 163, 1986

Note: 1) The number in () shows the share of 1974/75

2) Growth rate shows the increase rate vs 1974/75

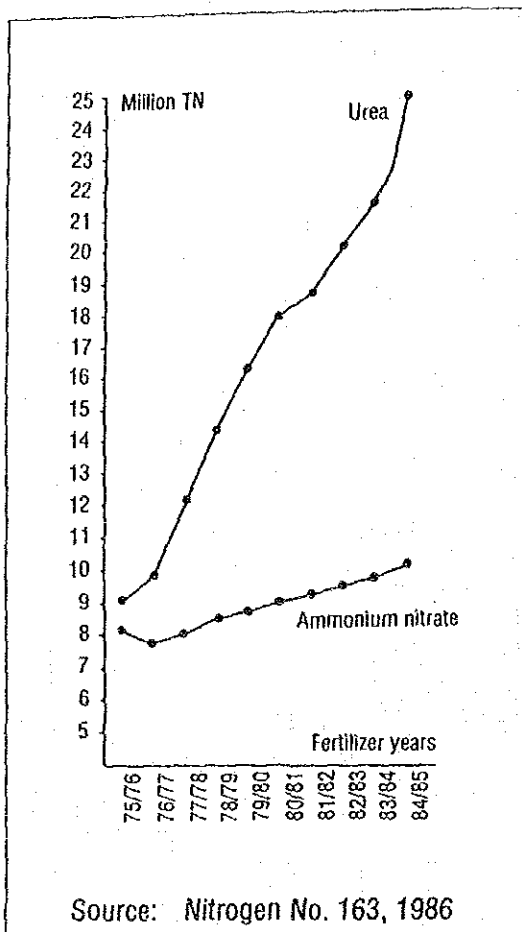


Fig. I-4-11 World Urea and Ammonium Nitrate Production (1975/76-1984/85)

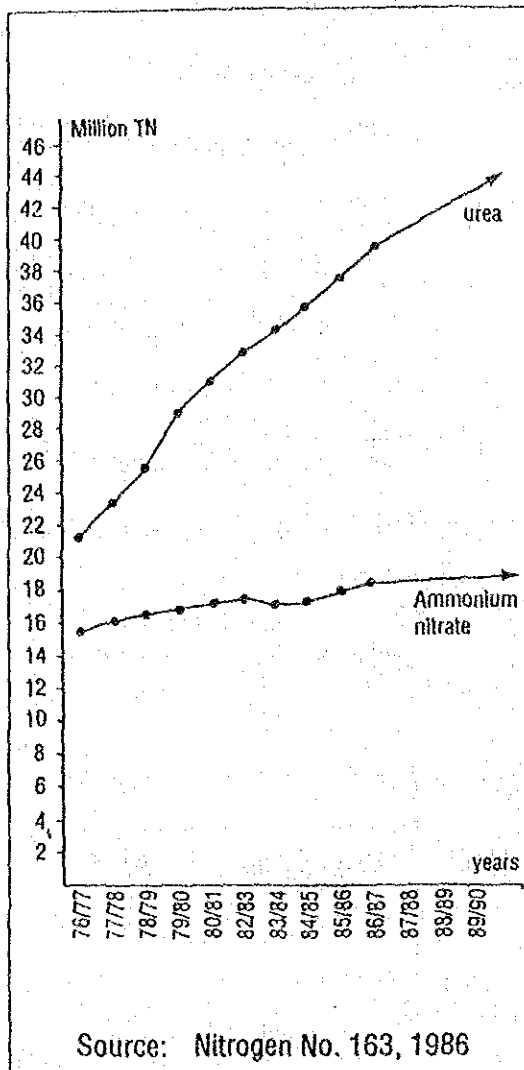


Fig. I-4-12 World Urea and Ammonium Nitrate Fertilizer Plant Capacities (1976/77-1989/90)

この事実は尿素の窒素肥料としてのすぐれた性質に負っており、それに加えてその経済的利点によるものである。

(2) 尿素の特長

尿素の特長について述べるに当たって、窒素肥料としての肥効の面、その物理・化学的性質の面、およびコストの面から述べることにする。

1) 肥効の面から見た特長

先に述べたとおり尿素は硝安と同様良い肥効を示す。尿素は土壤中に施されると、土壤中の微生物の作用により分解されて炭酸アンモニウムあるいは重炭酸アンモニウムになり、アンモニウムイオンは土壤コロイドによって吸着される。土

壤中におけるアンモニウムイオンは、そのままの形で植物に吸収されるか、あるいは硝酸化成作用によって硝酸イオンとなった後に植物に吸収される。

また、尿素から生成された炭酸アンモニウムあるいは重炭酸アンモニウムは水中で解離してイオン化する傾向の弱い弱電解質で、この炭酸アンモニウム、重炭酸アンモニウムは他の窒素肥料に由来するアンモニア態窒素より電氣的に土壤粒子に強く吸着・保持されるため、雨水やかんがい水による溶脱が少なく、土壤に残留して作物に有効に利用される。

Table I-4-39およびTable I-4-40より炭酸アンモニウム、重炭酸アンモニウムのアンモニウムイオンの土壤吸着量が、硝安、塩安、硫安のアンモニウムイオンに比し、著しく大きいことが明らかである。

Table I-4-39 Relative Amount of Ammonia Adsorbed by Different Types of Soil (Ammonium Salt Solution)

Soil Type	Amm. Sulphate	Amm. Chloride	Amm. Nitrate	Urea	
				Amm. Carbonate	Amm. Bicarbonate
Alluvial soil	100	68	74	206	226
Volcanic ash soil	100	59	85	217	225
Tertiary period soil	100	57	61	125	137
Kanto loam	100	68	61	121	129
Mikatagahara soil	100	68	83	132	142

Source: Japan Urea and Ammonium Sulphate Association

Table I-4-40 Relative Amount of Ammonia Adsorbed by Different Types of Soil (Ammonium Salt Solution at pH7)

Soil Type	Amm. Sulphate	Amm. Chloride	Amm. Carbonate	Amm. Phosphate
Volcanic ash soil	100	71	189	239
Alluvial soil (A)	100	89	191	229
Alluvial soil (B)	100	92	133	174
Strongly acidic diluvial soil	100	71	169	211
Average	100	81	171	213

Source: Japan Urea and Ammonium Sulphate Association

しかし尿素の施肥の場合、尿素が重炭酸アンモニウムあるいは炭酸アンモニウムに分解されるのには時間を要する。この時間は気候や土壌の性質により異なる。この分解の速さは、秋や冬における北欧のように温度が低いところでは遅いが、それ以外のところでは非常に速く、施肥とほとんど同時に肥効があらわれる。このため、低温な場合を除いては尿素は優れた肥効をあらわす。

この他尿素はアルカル土壌に対して土による被覆なしに施肥される場合アンモニアの揮散があるとして農業関係者から嫌われる場合がある。

これらのケースを除いては、尿素は硝安（硝安には多雨による溶脱や水田における脱窒に基づくNの損失等の欠点はあるが）に優るとも劣らぬ肥効をあらわす。

上記の点に留意してジンバブエ国における尿素の効果を検討する。

ジンバブエ国においてはhigh veld, middle veldの大半は年平均気温が17.5～22.5℃で亜熱帯的気候下にある。low veldでは22.5℃以上で、所により25℃以上で熱帯性気候下にある。また土壌は酸性土壌である。従って尿素が施肥される場合、尿素は即効性をあらわし、またアンモニアの揮散の心配もない。このため、尿素はジンバブエ国の気候、土壌の条件下では優れた肥効を示す。

2) 物理・化学的性質から見た特長

吸湿性

尿素の吸湿性は硝安に比べて低い。吸湿性は肥料の貯蔵性、取扱いやすさの点で大きな影響をもつ。肥料の吸湿性の目安となる臨界湿度は吸湿の限界を示す湿度で、この値の小さい程吸湿しやすい。次のTable 1-4-41に尿素、硝安、硝酸ソーダの臨界湿度を示す。

Table 1-4-41 Hygroscopicity of Nitrogenous Fertilizers (%)

	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	40°C	50°C
(NH ₂) ₂ CO	81.8	79.9	80.0	75.8	72.5	68.0	62.5
NH ₄ NO ₃	75.3	69.8	66.9	62.7	59.4	52.5	48.4
NaNO ₃	78.0	76.8	77.1	74.4	72.4	70.1	67.3

同表に見られるように硝安の吸湿性が最も高く、高温になるに従い吸湿し易くなる。尿素と硝酸ソーダは略同等で硝安に比し吸湿性が低い。

N含有率

尿素有率のN含有率は46%保証であり、最高の濃度の窒素肥料である。

安全性

尿素は硝安と異なり爆発性がなく安全な肥料である。

3) コストの面から見た特長

プラント建設費についてはNとして同一製造能力の尿素プラントと硝安プラントの建設費を比較すると、尿素プラントは硝安プラントの約70%ですむ。このことは、それぞれの製造原価の中で投資コストに由来する固定費が大きい比率を占めることを考慮すると、尿素にとって大きなメリットとなることを意味する。

また前述のように、尿素はN含有率が46%と非常に高いので、同一量のNを輸送する費用があらゆる窒素肥料の中で最も安い。

4) 尿素と硝安との比較

尿素と硝安を窒素肥料として上記(2)に述べた肥効以外の観点から以下に比較してみる。

	Urea	Ammonium Nitrate
Cost	O	X
Supply stability	O	X
N content	O	X
Safety in handling	O	X
Hygroscopicity	O	X
Plant construction cost	O	X

Note: O Good
X Poor

① 価格についてはA-Table 4-21に示すように両者の輸入価格の違いは明白である。N 1 ton 当たりの価格を比較すると、硝安は尿素より高い値を示している。

② 供給の安定性については尿素が圧倒的にすぐれているが、これはFig.

1-4-11、 Fig. 1-4-12にも見られるように尿素の供給能力がより大きく、また尿素の国際貿易量が4.4.2で述べたように大きいのに対して、硝安は自家用に製造されているものが今や大部分であることによる。A-Table 4-21の夫々の価格の変動範囲を見ても、尿素が3.1倍であるに対し、硝安は5.3倍と幅広く不安定であることは供給の安定性と関連しているとみられる。

- ③ N含有率についてはいうまでもなく尿素の46%以上に対し、硝安は34.5%以上と尿素の窒素含有量は硝安の1.33倍であり、これが輸送費や貯蔵コストに影響する。
- ④ 取扱いの安全性について尿素は爆発性も燃焼性もない。それに比し、硝安は爆薬の原料であり爆発性があるばかりでなく複合肥料の製造工程でcigarburningを起こすことがある等に対して安全上の対策が必要である。

(3) 粒状尿素

尿素はこれまでprilled ureaの形で肥料として供給されてきた。しかしprilled ureaが3 mm以下の粒径範囲であるのに対し、用途によってはそれより大きい粒径の尿素を好む傾向が最近世界的に出てきている。こうした大粒径の尿素はfluidized bed方式やpan granulation方式で製造されるが、その技術は比較的新しいものである。粒径は6 mm程度まで任意の選択にまかされる。

尿素は上に述べたように種々の利点があるがprillingによる製品は粒径が小さい故に貯蔵や輸送中に固結を起こすきらいをなしとしない。

それに対比して粒状尿素は

1) 固結を起こしにくい。

固結の第一原因である粒同志の接触表面積が同一質量の尿素をとった場合、小粒のprilled ureaに比べてはるかに少ない。また粒径が大きいと粒の強度も大きく破碎されにくい。破碎によってできた粉状尿素は固結のバインダーとして働くため、その生成が少ないことは固結防止につながる。この意味で粒状尿素は優れている。

2) バルク・ブレンディングに適する。

バルク・ブレンディング肥料の諸原料は3~4 mmの粒径にそろえられている

ことが多い。バルク・ブレンディングは夫々の農地と作物に最適の成分構成をもつ肥料を使用末端で、ただ混合するのみで手軽に調整できること、あるいは、少量多種生産が可能である等の利点のため、広く普及しつつある。この際、成分が均等に混合された製品を得るためには、分離を防ぐ必要がある。それには各原料の粒径を均一にすることが第一である。粒状尿素は、この目的に最適である。

3) 吸湿が起こりにくい。

尿素は硝安に比べ吸湿は起こりにくい。また吸湿を起こし易い条件に曝された時でも、表面積の少ない粒状尿素はprilled ureaに比べ遙かに吸湿が少ない。

以上の利点は粒状尿素の採用を充分正当化するであろう。

4) その他の特長

尿素は水溶液として作物の葉の表面に施肥することができる。この方法は葉面施用と呼ばれ、この方法によれば成分が急速に植物に吸収される。すなわち、尿素：0.2~0.5%（時には1%）の濃度の尿素液として作物に散布すると、葉からたやすく吸収され、作物体中で蛋白質の生成に利用される。一般に果樹においては葉面散布後窒素の効果がすみやかにあらわれ、肥料として土壤に施用する場合と比べて効果の発現が速い。強風等で作物が被害を受けた後に早急に生育の改善を必要とする場合に役立つ。また、果樹のみならず一般の野菜等広く利用が可能である。

このほか尿素は肥料のみならず、家畜の飼料として直接家畜に与えることができる。

(4) ジンバブエ国において製造されるべき窒素肥料

ジンバブエ国においては1969年から硝安が製造されており、一部は工業爆薬用に、残りは肥料用に用いられている。硝安が優れた窒素肥料の一つであることは事実である。また、ジンバブエ国において硝安は鉱業振興の面から言って非常に重要である。従って1969年における最初の窒素肥料工場の建設に当たって、製品として硝安が選ばれたことは賢明であったと言える。

第2の窒素肥料工場の建設に当たって、製品としては何が選ばれるべきであろうか。ジンバブエ国にとって必要な工業用爆薬の供給は、既存の硝安工場によって賄われることができるので、新たに選ばれるべき製品は、将来のジンバ

ブエ国農業の振興のためのみから選択されなければならない。従って当然のこととして尿素が選ばれるべきである。この理由はいろいろの面から前述した尿素の持つ大きな特長による。中でも最も大きな理由は、尿素の示す優れた肥効と、製造および輸送におけるコストが最も安いということである。アフリカ、アジア、南米等における発展途上国において、尿素工場が今までに数多く建設され、あるいは計画されていることは、尿素が他の窒素肥料に比べて、いかに優れているかを示す何よりの証左といえる。

尿素の製造に当たってただ1つジンバブエ国においてなされなければならない努力がある。それは農業専門家による農民の指導である。ジンバブエ国においては農民は永い間硝安の施用になれてきている。尿素が毎年輸入されて肥料用としてすでに使用されてはいるが、農民の尿素の使用に関する知識をさらに向上させる必要がある。

4.4.6 予 測

(1) 過去の調査

アンモニアの場合と同様、下記の資料が入手可能である。

MONTAN CONSTRUCTING GMBH:

Coal Resources and Utilization Pre-feasibility Study, 1983

T. A. HOLDINGS LIMITED:

Coal to Methanol and Ammonia Project, 1982

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME:

Development of Fertilizer Industry in Zimbabwe, 1987

これらの中 MONTAN レポートは尿素についてアンモニア利用の一形態として言及している。しかし尿素に関する相応な調査は行っていない。

UNDPレポートは窒素肥料の最終形態は尿素であるべきだという立場に立って、プロジェクトの中での技術的、経済的位置づけも詳細にわたって行って評価される。しかし尿素のジンバブエ国における農業調査、市場見通し等利用面に付いての調査には力がそそがれていない。

T. A. HOLDINGレポートはこれらのレポートのなかでは最も関心を引かれたものであった。以下にその重要部分を引用する。

同レポートは、「ジンバブエの農家は尿素よりも硝安の方が良いというが、尿素有欠点が過大視されている。尿素有施用を拒んでいるのは、尿素有施用した場合、土をかけなかったり、あるいは土を鋤き込まなかったりするような条件では、いくらかの尿素有損失の可能性はあろう。しかしながら、作物を植えつけするに先立って圃場の準備をする時には通例耕耘が行われるので、この問題は起こらない。雨のあとで土壌表面の施用するのが良く、特に雑草や粗大な有機物が地表を被っている乾燥期には施用を避けた方がよい。砂土で施用直後雨が多い場合や、かんがい水の多量使用により流亡することはあり得るが、一般にアンモニア態になり土によく保持される。」と述べている。このことは当調査団の意見と共通するものがある。残念ながら報告書作成時から調査の背景が変わってきていること、および尿素への農学上の評価が必ずしも充分でないことを指摘せざるを得ない。

(2) 需要予測

ジンバブエ国でより具体的な調査を行う場合の参考に、尿素有工業上の利用について尿素有樹脂の製造を含む情報をAppendix 1-2に添付した。

窒素肥料の中から尿素有を特定してその需要予測、必要供給量の議論を行うには、当国における尿素有の使用の歴史は浅く、又使用の実績が定着していないので一般的な議論は4.3.5(2)及び4.4.7節を以て代えることとする。尿素有消費の増加の可能性は非常に高いと考えられるが、実際にどのように増加するかは財政上農政上の施策による所が大きいであろう。

SADCC 諸国の窒素肥料の需要予測を次に示す。

Table I-4-42 Nitrogenous Fertilizer Demand Forecast for SADCC Nation (1980/81-2010/11)

Unit: Nitrogen Equivalent, 1,000 T

	1980/81	1990/91	2000/01	2010/11
Malawi	17	21	27	35
Mozambique	27	34	45	65
Tanzania	20	26	35	50
Zambia	48	62	85	110
Others	6	10	15	30
Total	118	153	207	290

1990年代半ばの近隣諸国を含めた尿素需要をTRANS AMMONIA 社が行っている

ジンバブエ	100 KT/Y
ザンビア	85
モザンビーク	13
マラウイ	13
タンザニア	30
ケニア	22
計	263

当然のことながらこれらのポテンシャルも各国の自給力、外貨事情等により真の需要につながるかどうかは慎重に見極める必要がある。現にタンザニアでは天然ガスを原料とする大型アンモニア、尿素プラントの実現のため資金確保の動きが活発である。

最後に最も留意すべき点として農家の尿素使用慣行育成の必要性を強調しておきたい。何処の国でも農民の経営行動は保守的である。それは農作が1年に1回で、繰り返しがきかぬ性質のものである以上、なれた方法に頼るのは当然ともいえる。その意味でこの国の農業に尿素施肥という慣行は現時点では定着していない。先に述べたように尿素が窒素肥料として優れた特性をもっているにもかかわらず、農民がそれを適正に使う方法を知らなかったり、使った経験とその効果を体得していなかったりという現状では尿素施肥の順調な伸びは期待できない。尿素プラントが製品を供給しはじめる時点で先行して、輸入尿素有をふやして農民を尿素使用になじませ、また尿素的の普及活動に力を入れて、尿素有を受け入れる基盤を養成しておく必要がある。1つの例としてフランス農業は在来硝安を窒素単肥の主体としてきたが、尿素使用の慣行が普及するにつれてその使用量はふえ、1986年 485 K Tの輸入尿素有が1987年には 608 K Tと25%の急な伸びを示している。

(3) 価格の推測

先ず、1988年の推定基準価格の検討を行う。アンモニアと同様尿素有の国際価格も1986年に暴落した後、回復過程にあることは間違いないが未だ充分戻して

いない。A-Fig. 4-4に図示した袋詰め尿素の中東FOB価格の1982-88年の推移を見ると、月別価格の単純平均で132.8 US\$/T、最頻値価格帯としては130-140 US\$/Tと160-170 US\$/Tの2つの山が見られる。この期間はアンモニアの項でも述べたように、世界的に農産物過剰と新プラントの稼働による尿素供給過剰の時期に当たっていた。こうした趨勢を勘案し、1988年央の袋詰め尿素FOB価格も念頭におきながら、1988年の設定価格として、当国の1987年実績FOB価格171.7 US\$/Tを採用しても著しく正当性を欠くとは考えられない。

TRANS AMMONIA社の調査では1988年の中東部アフリカ地域袋詰め製品のC&F実績価格は203 US\$/Tである。尿素はBeiraに陸揚げされMachipanda経由Harareに送られ、15%の付加税が適用される。

また袋詰め尿素のFOB価格が172 US\$/TであるとしHarare着 on rail priceと国境価格を以下のように推定する。

(unit : US\$/T.)	Harare on rail	Cross Border
袋詰め尿素FOB価格	172	172
輸送費	20	20
鉄道運賃	15.7	10.1
付加税	31.2	—
諸掛	10	10
	248.9	212.1

国内費用は1.8Z\$ = 1 US\$の換算率を適用した。

このHarare on rail priceに硝安と同率の販売業者マージン22%を加算すると、

$$248.9 \times 1.22 = 303.7 \text{ US$/T} \longrightarrow 546.7 \text{ Z$/T}$$

となる。

アンモニアの場合と同様に、石炭ベースのアンモニアプラントに隣接して尿素プラントがKwekweまたはHwangeに設置される場合、その全量がHarareで販売

網にのせられるものと条件をおけば、Kwekwe-Harare間8.742\$/T (4.86 US\$/T)、またはHwange-Harare間 20.752\$/T (11.53 US\$/T)を何れもHarare着 on rail価格から差し引いて考える必要があるであろう。すなわちそれぞれの立地における袋詰め尿素の評価額は、

プラント立地	Kwekwe	248.9	-	4.86	=	244.0 US\$/T
	Hwange	248.9	-	11.53	=	237.4 US\$/T

である。

次に1995暦年の尿素価格の推定を行う。このためには先ず1986年におけるアフリカ南東岸の C&F価格を計算する。この計算においては世界銀行が実現期待価格として計算した World Nitrogen Survey, 1986記載の西欧のバルク F O B 価格に対する3段階の価格の中から、low forecast price 160US\$/Tを採用した。

pool価格、バルク F O B (西欧)	160 US\$/T
袋詰めコスト	15
輸送費	25
アフリカ南東海岸 C&F	200 US\$/T

尿素のこの10年間における価格の乱高下の原因の中で大きな一つは東欧にある。この地域からの尿素輸出は大幅なダンピング価格で行われてきたと考えられる場合が多い。第4章の前半でも言及したように、1990年代半ばに向けて需給は均衡し、供給が不足することもあり得べしという状況も考慮すれば、ダンピングによる異常な安値は起こりにくいと見る。輸送費予測もアンモニアの40 US\$/T と整合性はあると考察する。

上記 F O B 価格は1986年のUS\$ 固定価格表示であることに留意し、現在の U. S. A. の GDP デフレーター 5 %/Yがそのまま続くものとするならば1995年における名目価格は 248US\$/T となる。すなわち1995年の名目価格としては

尿素、バルク F O B 価格	248 US\$/T
袋詰めコスト	23
輸送費	25
鉄道運賃	16
付加税	47
諸掛	10
<hr/>	
Harare着 on rail	369 US\$/T

となる。

4.4.7 製造規模の決定

アンモニアプラントの設備規模を 600T/D と想定した上で、本調査では、SABLE社の水電解アンモニアプラントを閉鎖するという前提、および SABLE社の現有硝酸、硝安プラントの設備能力には変更を加えず、生産は継続するという前提の下で、300 T/D を SABLE社に、現在の生産および輸入分の代替えとして供給し、残りの300T/Dを全量粒状尿素に加工することとする。

尿素プラントに供給される窒素から製造工程ロス、ハンドリングロス等を差し引いて、市場に供給される窒素を78,000TN/Yと設定して、この設定した尿素プラントの規模が需要面から妥当か否かを判断する。

(1) 国内肥料用消費

1) 前提条件

1995/96 年度の窒素の総需要は 4.3.6 に述べたように 180,000TN/Yである。

尿素的施用慣習が定着していない現状を考慮に入れて、農産物生産の集中しており農業、土壌、気候条件のよいMashonaland West, Mashonaland Central, Mashonaland East, Manicalandの諸州に尿素施用を優先的に推進することとする。A-Fig. 4-8に見られるように、この地域の肥料販売量は全国の76%に達する。

粒状尿素の利点をいかし尿素の使用を単肥を中心として推進する。Table 1-4-19 に示したように単肥としての需要は総窒素需要の76%を占めている。

2) 肥料用尿素的潜在需要

以上の前提条件から1995/96年度における尿素使用の潜在需要を算出すれば

$$180,000 \text{ TN/Y} \times 0.76 \times 0.76 = 104,000 \text{ TN/Y}$$

となる。勿論これは、これらの諸州で単肥として使用される窒素肥料全部が尿素になった場合の数量であって、当然硝安で施肥される部分をこれから差し引く必要がある。

(2) その他の用途

1) 飼料用その他の国内消費

4.4.4に述べたように現在国内で飼料用、工業用（接着剤原料など）に使用されている尿素的の1995/96年度における消費量を概略15,000T/Yとみなす。これは窒素換算6,900TN/Yとなる。

2) 近隣諸国の需要

前述4.4.6のように当国の近隣国では1995/96年度の時点で163KT/Yの尿素的需要が見込まれる。近隣国であっても、こうした需要がすんなりと当国からの輸出につながるとはいえないであろうが、その1/3位の量は輸出が可能であると想定する。該当尿素的量は54,000T/Yで、約24,800TN/Yにあたる。

これらを合計すると、その他の用途合計は31,700TN/Yとなる。

(3) 結論

従って95/96年度における尿素的の潜在需要は、

$$104,000 + 31,700 = 135,700 \text{ TN/Y}$$

となり、これに対し設定した尿素プラントより供給される窒素78,000NT/Yは57.5%に相当する。

以上より、尿素プラントの設定規模は、潜在需要に対し極めて内輪に対応していると結論される。

4.5 肥料消費割合と流通

4.5.1 Balanced Fertilization

A-Table 4-9 に見られるように1985/86 ~1987/88 の3ヵ年のN, P_2O_5 および K_2O の複合肥料、単肥別の消費割合は次の通りである。

(%)

	N	P_2O_5	K_2O
複合肥料	24	90	84
単肥	76	10	16

同じく、A-Table 4-10からこの3ヵ年の平均肥料販売量は460,684T/Y、内複合肥料は257,876T/Yである。N : P_2O_5 : K_2O は全肥料についてはほぼ10 : 5 : 3、複合肥料についてはほぼ8 : 15 : 9である。

一方、1995/96年の窒素肥料の需要はN 18万T/Yと予測されているので、現在の消費量のほぼ倍量である。このためもし、 P_2O_5 、 K_2O の消費量を現状のままとすると、balanced fertilizationの見地からみて著しく均衡を失うこととなる。

それ故、作物生産の量および質を確保するためには、Nに見合う P_2O_5 、および K_2O の量を肥料として確保する必要があり、特に複合肥料の増産が望まれる。

4.5.2 肥料流通の改善点について

肥料の需要の増大にともない販売流通上問題となるのは、円滑な出荷である。

この国における主要作物の栽培における作業の大要はFig. 1-4-13のとおりで、化学肥料を施用する時期が天水作およびかんがい作を通じて7月から2月の期間で3~6月には施用されていない。

一方、肥料工場(ZFCおよびWINDMILL)からの出荷は3~5月と9~11月の2つの時期に集中している。

A. (Rainfed Cultivation)

Products	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Maize	W F	S		●	●			M	M	x	○	x	○
Sorghum		W F	●	●	●	●		M	M	x	○	x	○
Rapoko				●	●				x	○	W	W	
Mhunga				●	●				x	○	W	W	W
Groundnut		●	●	●					x	○	W	W	W
Monkey nut				●	●					x	○	W	W
Beans	○ W	W		●	●								x
Cotton	F W				●	●				x	○	W	W
Sunflower	F W	S		●					M	x	○	F	W

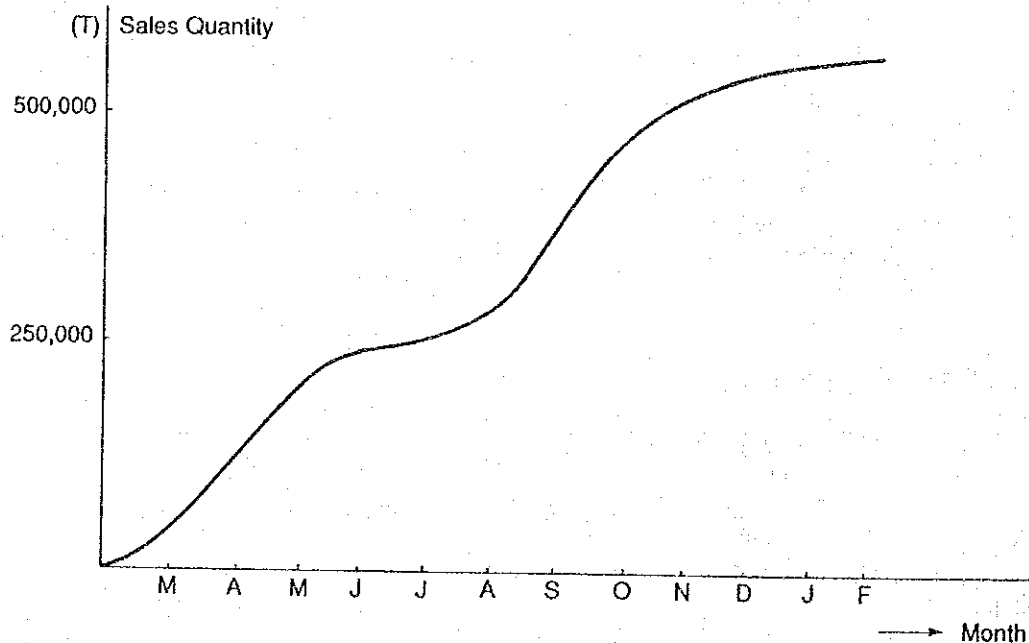
B. (Irrigated Cultivation)

Maize (Green)						M	x	○	F	○	●	●	●
Groundnut	F W	S W		●	●						x	○	F W
Beans	x	x			●	●							

Note: x-Land Preparation, O-Sowing, ●-Harvesting,
M-Manure, F-Chemical Fertilizer, W-Weeding,
S-Agro-Chemicals

Source: Association for International Cooperation of Agriculture & Forestry 1986

Fig. I-4-13 Cultivation Periods of Crops



Source: ZFC-WINDMILL

Fig. I-4-14 Monthly Fertilizer Sales Quantity (Accumulate)

作物栄養を確保し、良質な農産物を生産するためにはN、 P_2O_5 、 K_2O のバランスのとれた肥料施用が求められるのでN施用量の増加にともない、Nのほか P_2O_5 、 K_2O の複合肥料の形での施用も増大する。特に共同体農場および移住地において農業生産の進展が促進され農業協同組合の組織が拡大し、広く全国に

において農業の発展・農家経営の向上の道が拓かれるであろう。かくして、遠隔地への肥料の流通が増大するであろう。

従って、肥料の流通量の増大、流通地域の拡大にともない、出荷時期を調整して、できる限り平均化することが円滑な流通のために望ましい。また、このため、全国の主要地域に貯蔵庫を設け、これに応ずることが必要であろう。

