



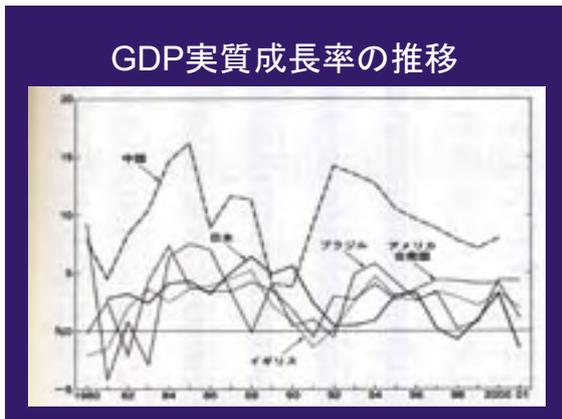
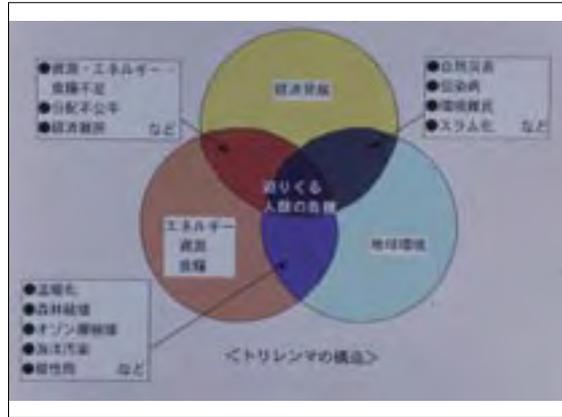
## 中国における脱硫石膏によるアルカリ土壌の改良

菅沼浩敏 〈資源協会参与〉

- ・中国では、北部のアルカリ土壌や塩類土壌の持続的、経済的改良が、食糧増産の可能性を握る一つの鍵になっている。
- ・中国のエネルギー生産量の約80%を石炭が占めている。その石炭の硫黄含有量の変化は0.2-8%と非常に大きく、石炭の消費は、地域によっては深刻な環境汚染の原因となっている。硫酸化物の排出を抑制するためには、脱硫技術の普及が急務である。
- ・現在、農耕地面積は減少傾向にある。今後の人口増加に対処するためには、アルカリ土壌などの改良を行い、生産性を高める必要がある。
- ・一方、石炭の使用量は今後さらに伸びると考えられており、大気汚染の軽減を図るためには、脱硫装置の設置が不可欠となる。
- ・脱硫装置から排出される脱硫石膏を利用し、北部に分布するアルカリ土壌の改良を行い、作物の生育に害作用を及ぼすナトリウムをカルシウムに置き換えれば、食糧増産に結びつけることができる。
- ・中国には、アルカリ土壌が主として東北部、北西部に約2.50万 km<sup>2</sup>、アルカリ塩類土壌が主として北部、北西部及び黄淮海河平原に約6.56万 km<sup>2</sup>分布していると推定されている。
- ・土壌コロイドの陽イオン吸着特性は、強い順に  $Ca > Mg > K > Na$  である。したがって、ナトリウムが卓越するアルカリ土壌にカルシウム資材を施用すれば、土壌コロイドに吸着されていたナトリウムは順次カルシウムと置換反応を起こしながら、土壌コロイドの表面は次第にカルシウムイオンに置き換わっていく。土壌中でのこのような置換反応は急激な反応ではなく、徐々に行われる。
- ・他方、土壌のイオン吸着座から離れたナトリウムは、カルシウム資材を構成する陰イオンと結合して塩を形成し、リーチングを行えば水に溶解して土壌から消失する。
- ・置換反応が行われた土壌は、透水性を有し、強いアルカリ性から中性ないし弱アルカリ性に変わる。また土壌に亀裂が発達し、土壌構造を生成するようになり、土壌の脱塩効果が著しく進行し、作物が生育できる土壌環境に変化する。
- ・1997年5月～1997年9月に、瀋陽市康平県において、脱硫装置の設置に伴い副生成物として排出する脱硫石膏を用いて、アルカリ土壌を改良し食糧生産ができるか否かを確認する試験を行った。その結果、脱硫石膏施用によりアルカリ土壌の物理性、化学性の改良が行われ、トウモロコシの生育促進が認められ、アルカリ土壌地域における食糧生産の可能性が示唆された。「脱硫石膏を利用したアルカリ土壌の改良による食糧増産」技術が、今後、中国において展開される「環境保全型農業」、「持続可能な食糧増産」のための環境改善技術の一端を担うことができると考える。

## 中国における脱硫石膏による アルカリ土壌の改良

(社) 資源協会  
菅沼浩敏



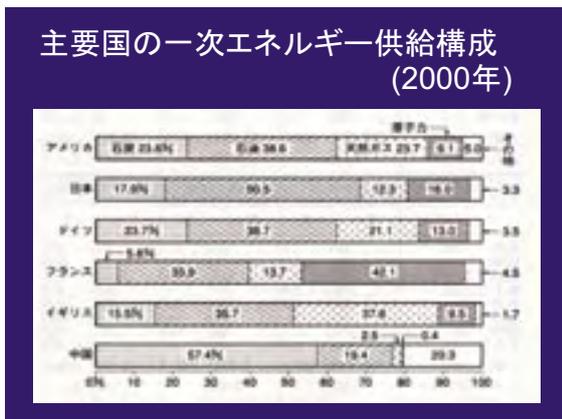
### <人口大国ランキング>

1. 中国	1,295,898
2. インド	892,272
3. 米国	274,008
4. インドネシア	206,238
5. ブラジル	185,851
6. パキスタン	148,180
7. ロシア	147,434
8. 日本	126,261
9. パンダラッシュ	124,774
10. ナイジェリア	108,409

1. インド	1,928,893
2. 中国	1,477,792
3. 米国	349,318
4. パキスタン	346,464
5. インドネシア	317,807
6. ナイジェリア	244,311
7. ブラジル	244,230
8. パンダラッシュ	212,495
9. エチオピア	199,440
10. コンゴ共和国	180,390
11. 日本	124,921

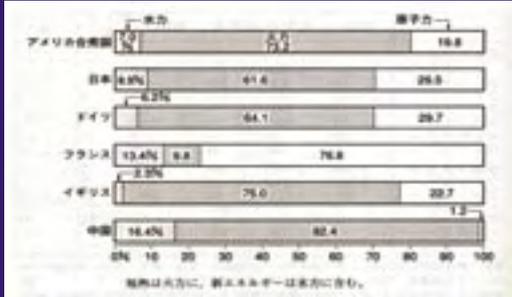
(国連推計、単位：千人)



### 日本と中国の一次エネルギー供給の構成 (2000年)

	日本		中国	
	万 t	%	万 t	%
石炭	9374	17.9	65561	57.4
石油	26517	50.5	22150	19.4
天然ガス	6480	12.3	2813	2.5
原子力	8393	16.0	436	0.4
水力	750	1.4	1913	1.7
地熱など	400	0.8	—	—
CRW	557	1.1	21443	18.8
その他	—	—	-72	-0.1
計	52471	100.0	114244	100.0
1人あたり(t)	4.13		0.90	

### 各国の発電エネルギー源別割合 (2000年)



### 中国のエネルギー生産量の推移

年	石油 (万t)	石炭 (万t)	天然ガス (億m <sup>3</sup> )	水力 (億kWh)	原子力 (億kWh)
1990	13,810.2	145,346	152.06	1,245.3	0
1991	13,956.5 (+1.06)	106,243 (+0.85)	153.30 (+0.82)	1,230.9 (-1.15)	-
1992	14,174.7 (+1.56)	109,487 (+3.05)	155.10 (+1.17)	1,300.2 (+5.63)	0.9
1993	14,491.5 (+2.23)	114,120 (+4.23)	165.60 (+6.77)	1,460.0 (+12.29)	16.1
1994	14,764.7 (+1.89)	121,203 (+6.21)	169.72 (+2.49)	1,703.7 (+16.69)	-
1995	14,902.0 (+0.93)	129,231 (+6.62)	171.97 (+1.33)	1,866.0 (+9.52)	12.0

( )内のデータは前年から増加率(%). -:不明.

### 山西省の炭田分布

山西省の炭田面積は約5.5万km<sup>2</sup>で、全省面積の1/3を占める。

炭鉱の数は5,000ヶ所を超え、年間生産高は2.5億トンにも達し、中国全体の1/4を占める。



### 山西省の露天掘り炭田



### 山西省大同地区の三道溝炭坑



### 石炭輸送



大規模炭坑からの輸送

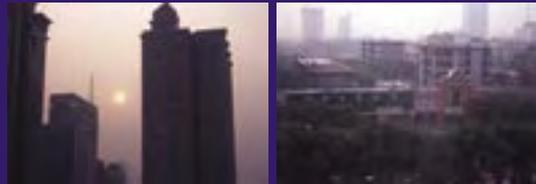


小規模炭坑からの輸送

### 石炭による汚染

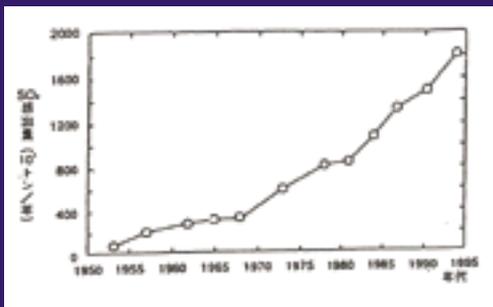


### 大気汚染の現状

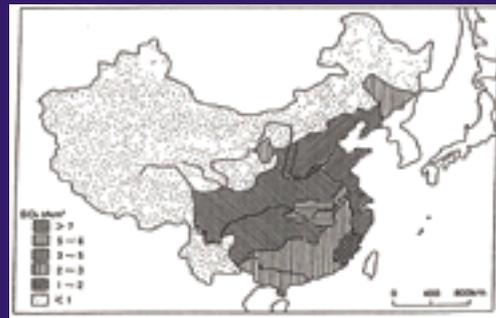


中国・山西省太原市の朝の風景 大気汚染の  
スモッグにより霞んでいる。

### 40年間のSO<sub>2</sub>排出量の変化



### 1993年のSO<sub>2</sub>排出強度の分布

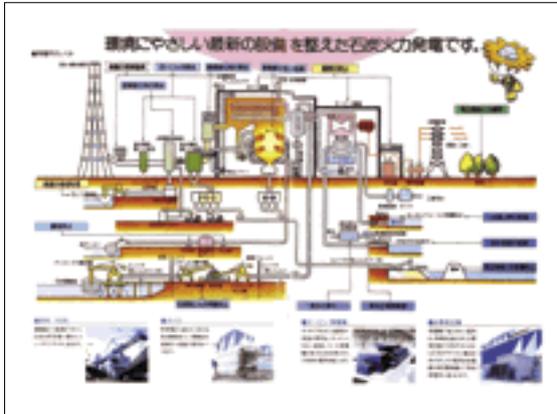


### 太原第一発電所



### 太原第一発電所から排出される脱硫石膏





＜中国における食糧生産の現状＞

	1980年	1990年	1995年
農業従事人口 (千人)	407,146	494,219	517,223
全就業人口に占める割合 (%)	74.2	72.2	71.3
	1979年	1989年	1994年
耕地面積 (千ha)	100,415	95,551	95,782
国土面積に占める割合 (%)	10.5	10.1	10.0
	1989-91年	1994年	1995年
穀物生産量 (千t)	388,969	393,292	416,796
穀物の1ha当たり収量 (kg)	4,208	4,494	4,664

### 中国における食糧生産の課題

- 1, 食糧の生産目標: 一人・一年間: 400kg
- 2, 2025年に予測されている人口: 15億人
- 3, 2025年に必要な食糧: 6億トン(現在5億トン)
- 4, 食糧生産における課題
  - ①耕地面積の減少
  - ②土地生産性の低下
  - ③干ばつ、洪水などによる減収
  - ④価格政策による生産意欲の低下
  - ⑤農業への投資の減少

### 中国における食糧増産の可能性を握る鍵

- 1, 揚子江下流域の水稻栽培地域を中心とした優良沖積土壌の維持・確保と高収性品種の開発・導入
- 2, 黄河下流域の非塩性土壌資源への安定的な水資源の確保
- 3, 北部のアルカリ土壌をはじめとする問題土壌の持続的・経済的改良



早朝の風景

中国・遼寧省瀋陽市の中心広場



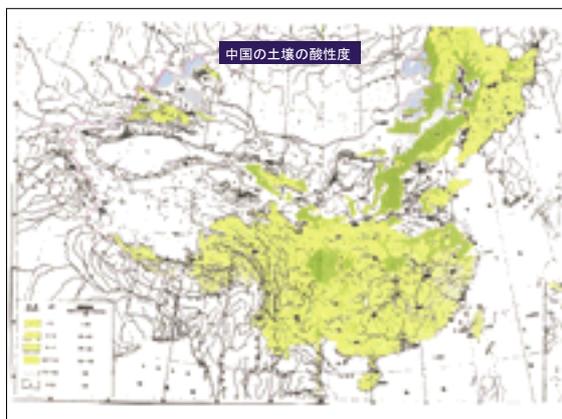
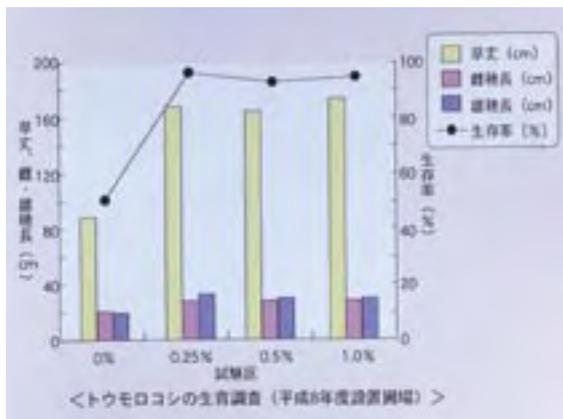
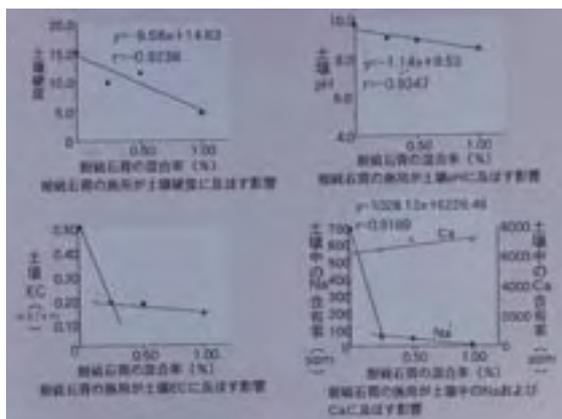
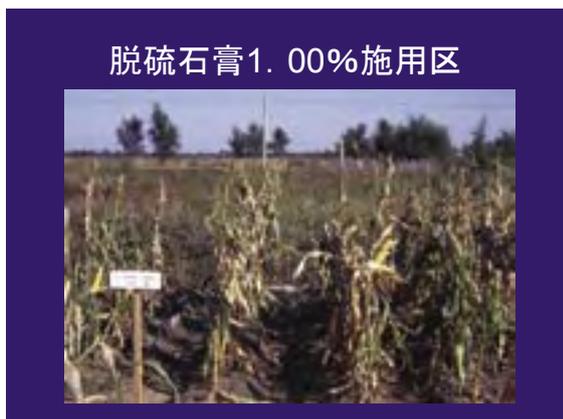
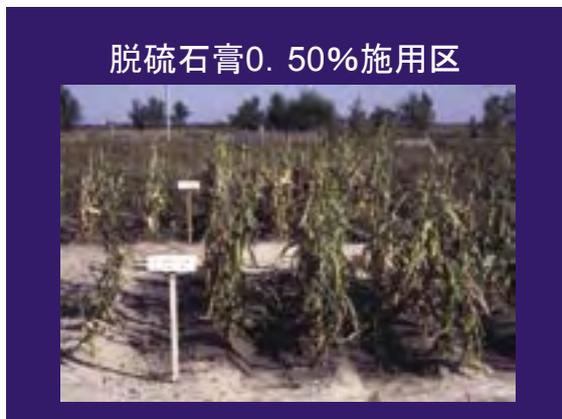
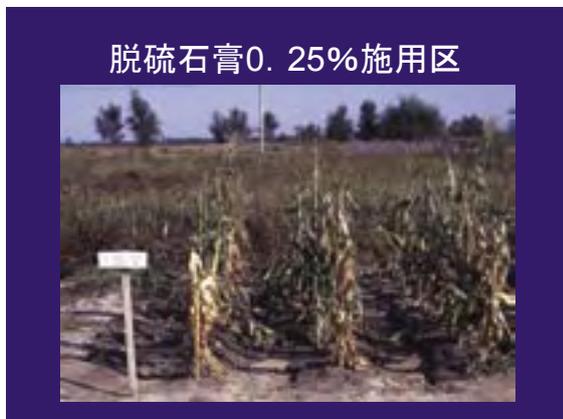
夜間の風景



中国・瀋陽市の通勤風景





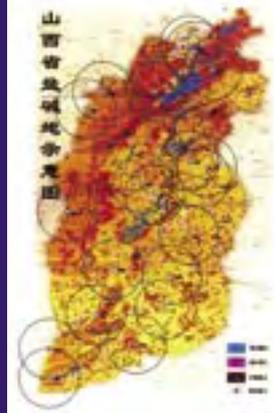


### 塩類土壌とアルカリ土壌等の特性

項目	塩類土壌	塩性 アルカリ土壌	アルカリ土壌
ECe(dS/m)	>4	>4	<4
ESP	<15	>15	>15
pH	<8.5	>8.5	>8.5

(出所: U. S. Salinity Laboratory 1954)

中国・山西省の  
アルカリ土壌の  
分布と発電所の  
位置関係



### 中国・大同盆地のアルカリ土壌



大同盆地には20数万%のアルカリ土壌があり、そのうち6万%以上は不毛の地である。

### 中国・大同盆地のアルカリ土壌地域 におけるヒマワリ栽培圃場



中国・大同地域の農家



中国・大同盆地のアルカリ土壌

