



# 輸入飼料の地域別ライフサイクル・エネルギー消費量およびGHG排出量データベース

## 1. 推計の条件と手順

わが国で消費される配合飼料原料は、ほとんどがアメリカから輸入されるトウモロコシ・ソルゴー（マイロ）・コムギ・オオムギ・ダイズ、およびこれらの副産物である。この他、乾草がアメリカ・オーストラリア・カナダから、稲わら（粗飼料）が主に中国から輸入されている。

そこで、推計の対象とする飼料を、アメリカ産のトウモロコシ、ムギ類（コムギ・オオムギ）、ダイズ、ソルゴー（マイロ）、オーストラリア産の乾草（オーツヘイ）、中国産の稲わら（粗飼料）とした。

海外調達飼料の生産～輸送～供給段階でのライフサイクルにわたるエネルギー消費量・GHG（温室効果ガス：Greenhouse Gas）排出量は、つぎのような条件と手順で推計した。

### (1) 生産段階

#### ① トウモロコシ・ムギ類（コムギをムギ類の代表とする）・ダイズ

生産量および資源・燃料消費量を、主にUSDAの統計データ<sup>6)~10)</sup>を用いて推計した。

#### ② ソルゴー（マイロ）・オーストラリア産乾草（オーツヘイ）

トウモロコシ生産における物資消費量・生産費調査から、農薬の単位費用当たりエネルギー消費量・GHG排出量を求め、主要生産州別の生産費データから得られるそれぞれの費用を乗じて、肥料および燃料エネルギーの単位費用当たりエネルギー消費量・GHG排出量を推計した。

#### ③ 中国産稲わら（粗飼料）

原燃料消費は、中国東北部で生産され、大連から輸入されるものとして推計した。黒龍江省の稲作における資源消費調査結果、および黒龍江省稲作生産費の農薬費の値を用いて環境負荷量を求め、この負荷量を、単位面積当たりの販売額にもとづいて主産

物のコメと副産物の稲わらに按分し、稲わら生産におけるエネルギー消費量・GHG排出量を推計した。同一プロセスから複数の資源・製品が併産される場合、一般的には、重量割合などの客観的データによる按分が推奨される。ただし、ここでは主産物のコメと副産物の稲わらの資源的価値に大きな違いがあることから、重量按分を採用することは妥当でないとして判断し、経済価値による按分を採用した。

### (2) 輸送・供給段階

#### ① トウモロコシ・ムギ類・ダイズ

各飼料の生産地から主要積み出し港までのアメリカ国内での輸送、主要積み出し港から日本国内の主要飼料基地がある港までの海上輸送、輸入港～加工工場～供給地拠点（都道府県所在地等）の国内輸送にともなう、エネルギー消費量・GHG排出量を試算した。さらに、飼料基地と加工工場での洗浄・選別・製粉・製油など、貯蔵・加工プロセスにおけるエネルギー消費量・GHG排出量を見積もり、これらを積算して、飼料1kg当たりの供給地域別推計値を求めた。

#### ② ソルゴー

アメリカにおける主産地がトウモロコシより南部になるが、ここではトウモロコシ・ダイズと同条件にあるとして、輸送段階でのエネルギー消費量・GHG排出量を推計した。

#### ③ オーストラリア産乾草

オーストラリア・ニューサウスウェールズ州ナラデラからビクトリア州ジーロンまでのトラック輸送について、エネルギー消費量・GHG排出量を求めた。また、輸入港および日本国内での流通については、トウモロコシと同条件とし、ジーロン港からの海上輸送と日本国内での輸送について推計した。

#### ④ 中国産稲わら

中国東北部での聞き取り結果にもとづき、中国国内での輸送を、カーゴトラックで拠点駅まで輸送し

(50km), 鉄道で拠点駅から輸出港(大連)まで輸送するものとして推計した。輸入港からの輸送と日本国内での流通は、トウモロコシと同条件とし、大連港からの海上輸送と日本国内での輸送について推計した。

⑤ トウモロコシ・ムギ類・ダイズ製品

食品原料などとして製品化されるトウモロコシ・ムギ類・ダイズに関しては、製品化(スターチ・食用油・粉等)される割合(重量)と、製品化にともない副産される飼料原料の割合(重量)を、商社・全農・加工工場への聞き取り結果にもとづき設定した。生産国内から海上輸送段階でのエネルギー消費量・GHG排出量は、飼料とその他製品(スターチ・食用油・粉)の重量割合を考慮して、製品が負担すべき部分のエネルギー消費量・GHG排出量を除外して推計した。

⑥ 海上輸送での燃料消費およびGHG排出

C重油単位消費23kcal/t-km<sup>11)</sup>を用いた。

⑦ 日本国内における輸送時のエネルギー消費

日本国内における輸送時のエネルギー消費量の推計に当たっては、内航海運(0.54MJ/t-km)・営業用自動車(2.72MJ/t-km)の値を用いた<sup>12)</sup>。GHG排出量は、これらのエネルギー消費量を軽油に換算し、GHG排出係数を乗じて算出した。

(3) 貯蔵・加工段階

トウモロコシ・ムギ類・ダイズについては、S社鹿島工場におけるハンドリング・調整・製粉・製油プロセスに関する聞き取り調査の結果(2004年実施)から推計した。

製品化が行なわれない一部のトウモロコシ・ムギ類(主にオオムギ)については、日本国内での輸送以前にハンドリング・圧片化・配合のプロセスが付随することから、製品化プロセスと同量の貯蔵・加工時におけるエネルギー消費量・GHG排出量を計上した。同様の考え方で、ソルゴーについては、トウモロコシの貯蔵・加工時におけるエネルギー消費量・GHG排出量を計上した。

オーストラリア産乾草・中国産稲わらは、乾燥・パッキングなどの処理が輸送以前に生産地で行われるものとして、貯蔵・加工時におけるエネルギー消費量・GHG排出量は計上しなかった。

2. 生産段階の推計

(1) トウモロコシ・ムギ類・ダイズ

生産量、資源・燃料消費量に関する統計データ<sup>6)~10)</sup>から求められる生産段階でのアメリカ産トウモロコシ・ムギ類・ダイズのエネルギー消費量・GHG排出量は、付表7のように推計された。

【付表7】アメリカ産飼料作物の生産段階におけるエネルギー消費量とGHG排出量

		インプット			エネルギー消費量 (MJ/ha)			GHG排出量 (kg-CO <sub>2</sub> eq./ha)		
		トウモロコシ	コムギ	ダイズ	トウモロコシ	コムギ	ダイズ	トウモロコシ	コムギ	ダイズ
肥料										
窒素	kg/ha	154.4	76.2	12.2	8,981	4,434	711	290.0	143.1	22.9
リン酸	kg/ha	54.8	22.0	36.7	876	351	587	79.7	31.9	53.5
カリ	kg/ha	63.7	5.1	54.4	-	-	-	-	-	-
石灰	kg/ha	312.8	-	-	-	-	-	-	-	-
堆肥	kg/ha	1,325.1	-	-	-	-	-	-	-	-
農薬等	USD/ac	27.57	7.36	26.46	329	88	316	11.9	3.2	11.4
燃料										
軽油	ℓ/ha	83.3	42.9	14.8	3,210	1,653	571	253.9	130.8	45.2
ガソリン	ℓ/ha	35.4	11.2	8.1	1,246	394	284	107.5	34.0	24.5
LPガス	ℓ/ha	32.2	-	1.1	1,616	-	56	102.0	0.0	3.5
天然ガス	m <sup>3</sup> /ha	38.5	-	0.3	1,579	-	11	93.0	0.0	0.6
電力	kWh/ha	94.2	-	18.7	1,031	-	204	68.9	0.0	13.7
計					18,867	6,920	2,740	1006.8	343.0	175.3
収量	kg/ha	7,971	3,133	2,619	エネルギー消費量 (MJ/ha)			GHG排出量 (kg-CO <sub>2</sub> eq./ha)		
					2.37	2.21	1.05	126.3	109.5	66.9

注1: トウモロコシについては文献8), コムギについては文献9), ダイズについては文献10), その他は文献7)から引用。

注2: トウモロコシは、生産量が上位3位のイリノイ・アイオワ・ネブラスカの平均値を用いた。

注3: 農機製造時のエネルギー消費量(数千MJ/ha/年と見積もられる)は計上されていない。

## (2) ソルゴーおよび乾草

### ① 単位価格当たりエネルギー消費量・GHG排出量

推計には、物資の使用量、および物資の費用が整っているトウモロコシ生産のデータを用い、そこから算出される単位価格当たりエネルギー消費量・GHG排出量の値を使用した。

単位価格当たりエネルギー消費量・GHG排出量は、つぎの手順で求めた。

引用文献7) 8) から、経営規模別 (250-499エーカー・500-749エーカー)・地域別 (Heat Land・Prairie Gateway) の4タイプについて、1996年のトウモロコシ生産におけるエーカー当たり窒素 (N) 肥料・リン (P) 肥料の投入量、電力・種別燃料消費量、肥料費、農薬費、エネルギー・燃料費 (付表8) を抽出し、1 ha当たりの値を算出した。カリウム (K) については、窒素肥料・リン肥料と比較して単位重量エネルギー消費量が小さく、全体推計におよぼす影響が小さいと考えられること、また、精度が保証されたデータが入手できなかったことから、本推計では対象外とした。

つぎに、1 ha当たり肥料投入量に、窒素肥料・リン肥料のライフサイクルにわたるエネルギー量原単位・GHG排出係数を乗じて、1 ha当たりの肥料投入にともなうエネルギー消費量・GHG排出量を推計した。また、電力・種別燃料消費量に、電力・種別燃料のエネルギー量原単位・GHG排出係数を乗じて、エネルギー・燃料消費にともなうエネルギー消費量・GHG排出量を推計した。これらの推計値を、

1 ha当たり肥料費とエネルギー・燃料費で除して、肥料投入およびエネルギー・燃料消費1 US\$当たりのエネルギー消費量・GHG排出量を推計した。最後に、4タイプの推計値を平均し、肥料量およびエネルギー・燃料費1 US\$当たりのエネルギー消費量・GHG排出量をそれぞれ求めた。

農薬生産に投入されるエネルギー消費量・GHG排出量の推計には、つぎの手順で算出した1US\$当たりライフサイクル・エネルギー消費量およびGHG排出量の値を用いた。

まず、農薬1 tの生産に投入される直接・間接エネルギー投入量<sup>13)</sup>から求めた種別資源・エネルギー消費量にもとづき、LCAソフトウェアSimaPro 5.1 (製造元: PReコンサルタント社、日本語版: 株式会社山武) を用いて、インベントリ分析および影響評価を行った。分析から得られたライフサイクルのエネルギー資源消費量 (MJ-LHV)・GHG量 (kg-GWP) から、除草剤・殺虫剤・殺菌剤ごとに、1 kg当たりの平均値を算出した。原燃料・エネルギーに関するLCA用データベースから、ナフサはBUWAL250 (ナフサB250)、天然ガスはETH-ESU96 (ヨーロッパ使用者向け)、コークスはETH-ESU96、重油はBUWAL250 (重油B300)、電力はBUWAL250 (西ドイツB250) を使用した。影響評価は、ライデン大学環境研究センターが開発したCML1992 (世界CML) 手法を用いた。

つぎに、アメリカにおける農薬の使用量と消費額<sup>14)</sup> から、除草剤・殺虫剤・殺菌剤の1 kg当たり価格を

【付表8】トウモロコシ生産における物資等消費と費用 (1996年)

		インプット				費用 (USD/ha)			
		250-499ac	500-749ac	HeatL	Prai. Gate.	250-499ac	500-749ac	HeatL	Prai. Gate.
肥料									
窒素	kg/ha	145.6	163.5	152.8	157.8	118.60	125.00	123.20	104.50
リン酸	kg/ha	84.0	78.4	69.4	25.6				
カリ	kg/ha	57.1	61.6	77.2	36.7				
石灰	kg/ha	-	-	469.1	0.0				
堆肥	kg/ha	-	-	1160.5	1654.3	0.30	0.20	1.09	0.00
農薬等		-	-	-	-	66.72	71.36	70.54	65.43
燃料等									
軽油	ℓ/ha	37.3	28.2	41.5	167.0	64.40	67.10	55.20	106.60
ガソリン	ℓ/ha	-	-	32.3	41.7				
LPガス	ℓ/ha	-	-	31.6	33.2				
天然ガス	m <sup>3</sup> /ha	-	-	2.1	111.3				
電力	kWh/ha	-	-	21.9	238.9				
輸送用軽油	ℓ/ha	86.0	93.9	-	-				
収量	kg/ha	8,216	8,968	8,655	8,968				

求め、1 US\$当たりのエネルギー消費量・GHG排出量を算出した。さらに、除草剤・殺虫剤・殺菌剤の年間使用量の合計を、これらの消費額で除して、農薬全体の1 kg当たり価格とした。そして、各農薬の使用量を重みとして、求めた1 kg当たりエネルギー消費量・GHG排出量を全農薬1 kg当たり価格で割り、全農薬1 US\$当たりのエネルギー消費量・GHG排出量とした。

以上の手順で求められた肥料投入、農薬使用、エネルギー・燃料消費にともなうエネルギー消費量・GHG排出量は、**付表9**のようになった。

【付表9】 肥料投入・農薬使用・燃料等消費における  
1 US\$当たりのエネルギー消費量・GHG排出量

	肥料投入	農薬	エネルギー・燃料
エネルギー消費量 (MJ/US\$)	136	12	112
GHG排出量 (g-CO <sub>2</sub> eq./US\$)	2,116	431	7,185

## ②生産段階におけるエネルギー資源消費量・GHG排出量の推計

まず、主要生産州別生産費データ<sup>15)</sup>から求めた1992年の単位面積当たり肥料費、農薬費、エネルギー・燃料費に、1992年から1996年（トウモロコシの生産費データ）までの各費用の上昇率<sup>16)</sup>を乗じて、それぞれの1996年の費用とした。つぎに、各費用と**付表9**の1 US\$当たりエネルギー資源消費量・GHG排出量から、単位面積当たりのエネルギー消費量・GHG排出量を求め、これを単位収穫量<sup>15)</sup>で除した。さらに、これらの平均値を求めて、ソルゴーおよび乾草1 kg当たりのエネルギー消費量・GHG排出量の推計値とした（**付表10**）。

【付表10】 生産段階におけるソルゴー・乾草1 kg当たり  
エネルギー資源消費量・GHG排出量

		肥料投入	農薬使用	エネルギー 燃料消費	計
ソルゴー	エネルギー資源量 (MJ/kg)	2.91	0.09	0.92	3.92
	GHG排出量 (g-CO <sub>2</sub> eq.)	44.2	3.2	58.1	105.5
乾草	エネルギー資源量 (MJ/kg)	2.78	0.02	0.69	3.49
	GHG排出量 (g-CO <sub>2</sub> eq.)	42.3	0.6	43.8	86.7

## (3) 稲わら（主産物コメとの配分を含む）

黒龍江省の稲作における燃料・エネルギー消費量と化学肥料投入量の調査結果<sup>17)</sup>から算出されるエネルギー消費量（21,011MJ/ha）・GHG排出量（1,535.4kg-CO<sub>2</sub>eq./ha）に、生産費データ<sup>18)</sup>の農薬費（4.5US\$/10a）と**付表8**から求められる農薬のエネルギー消費量・GHG排出量を加えて、生産段階における1 ha当たりエネルギー消費量（21,065MJ/ha）・GHG排出量（1,537.3 kg-CO<sub>2</sub>eq./ha）を推計した。さらに、この推計値を、コメの収量（4,000kg/ha）と価格（粳：250円/kg）の積、および稲わら収量（5,000kg/ha）と価格（20円/kg）の積で按分し（1 ha当たりエネルギー消費・GHG排出量を、コメ：稲わら＝4,000×250：5,000×20で按分）、1 ha当たり稲わら収量で除して、稲わら1 kg生産当たりエネルギー消費量（0.38MJ/kg）・GHG排出量（28.0g-CO<sub>2</sub>eq./kg）とした。

## 3.輸送段階の推計

輸送段階は、（1）生産国内（アメリカ・オーストラリア・中国）での輸送、（2）積み出し港から積み上げ港までの海上輸送、（3）日本国内での輸送に分けられる。

### (1) 生産国内の輸送

生産国内での輸送は、代表的な輸送ルート・輸送手段を想定して推計した。アメリカにおけるトウモロコシ・ダイズ・ソルゴーの輸送は、農場からリバーエレベータまでのトラック輸送（50km）と、カイロからニューオーリンズまでの船（はしけ）によるミシシッピ川船運（1,385km）を推計対象とした。アメリカにおけるムギ類の輸送は、農場から鉄道駅までのトラック輸送（50km）と、ランドフォークスからポートランドまでの鉄道輸送（2,765km）を対象とし、トラックは3,337Btu/t-mile（2.188MJ/t-km）、船輸送は444Btu/t-mile（0.291MJ/t-km）、鉄道輸送は346Btu/t-mile（0.277MJ/t-km）として推計した。

オーストラリアにおける乾草の輸送は、ニューサウスウェールズ州の農産物集約都市であるナランデラからビクトリア州ジーロンまで（499km）の40 tトラックによる陸上輸送を対象とし、単位当たりエネルギー消費量・GHG排出量を、それぞれ1.26MJ/t-km・0.0944kg-GWP/t-km（BUWEL250）として推計

した。

中国内での稲わらの輸送は、中国東北部での聞き取り結果<sup>17)</sup>にもとづき、農場から集積拠点駅までのカーゴトラックによる輸送（50km）と、ハルピンから大連までの鉄道輸送（944km）を推計対象とした。カーゴトラックの燃料消費量は、6.3ℓ-ガソリン/100t-kmとした。鉄道は、10<sup>4</sup>tons-km 当たりの輸送に、石炭174kgあるいは軽油33.6ℓの燃料が必要とされるため、蒸気機関車とディーゼル機関車の動力割合を2：1（ハルビン鉄道局統計資料）<sup>17)</sup>として推計した。

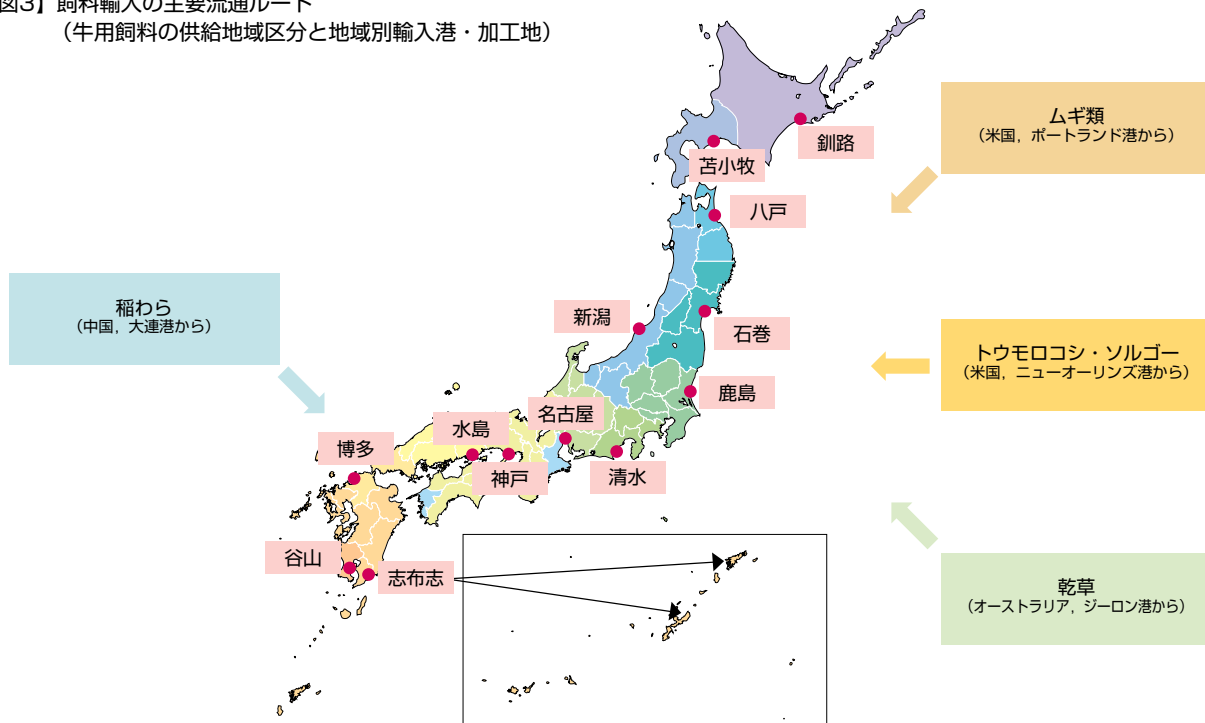
以上から求められた推計値（食品原料分も含む）

は、付表11のようになった。

【付表11】生産国内での飼料輸送プロセスにおけるエネルギー消費量・GHG排出量

	エネルギー消費量 (MJ/kg)	GHG排出量 (g-CO <sub>2</sub> eq./kg)
トウモロコシ（米国内輸送）	0.51	40.5
ムギ類（米国内輸送）	0.56	44.5
ダイズ（米国内輸送）	0.51	40.5
ソルゴー（米国内輸送）	0.51	40.5
乾草（豪国内輸送）	0.63	49.7
稲わら（中国内輸送）	1.92	166.1

【付図3】飼料輸入の主要流通ルート  
(牛用飼料の供給地域区分と地域別輸入港・加工地)



輸入港	加工地	供給地域
釧路	釧路	北海道（東）
苫小牧	苫小牧	北海道（西）
八戸	花巻	青森（東部）・岩手（北部）
石巻	石巻	岩手（南部）・山形（内陸）・宮城・福島
新潟	新潟	青森（西部）・秋田・山形（沿岸）・新潟・長野（北部）・富山（東部）
鹿島	鹿島	栃木・茨城・群馬・埼玉・千葉・東京
清水	清水	神奈川・山梨・静岡
名古屋	名古屋	長野（南部）・富山（西部）・石川・岐阜・愛知・三重
神戸	神戸	福井・滋賀・京都・大阪・兵庫・奈良・和歌山・徳島・香川・高知・愛媛（東部）
水島	水島	鳥取・島根・岡山・広島
福岡	福岡	福岡・山口
志布志	志布志	宮崎・佐賀・長崎・熊本・大分・愛媛（西部）・鹿児島（東部）・沖縄
谷山	谷山	鹿児島（西部）

## (2) 海上輸送

日本における輸入飼料の基本的な供給ルート（牛用飼料の供給地域）・範囲は、**付図3**の通りである。この図から、地域別主要荷揚げ港（飼料基地のある港）を特定することができる。輸入元であるアメリカ・オーストラリア・中国の主要積み出し港から日本国内の主要荷揚げ港までの海上輸送距離は、距離表<sup>19)</sup>を用いて求めた。海上輸送における単位エネルギー消費量・GHG排出量を、大型船の単位燃料消費量23kcal/t-km<sup>10)</sup>からC重油に換算し、それぞれの換算値を0.1004MJ/t-km・7.51g-CO<sub>2</sub>eq./t-kmとすると、主要積み出し港から主要荷揚げ港までの海上輸送量1kg当たりエネルギー消費量・GHG排出量を求めることができる。

## (3) 日本国内での輸送

輸入港～加工拠点～供給地域別拠点都市（都道府県所在地など）での国内輸送にともなうエネルギー消費量推計に当たっては、まず、聞き取り調査から把握した飼料基地受けもち範囲（**付図3**）にもとづき、最も一般的な陸上・海上輸送距離を算出した。そして、これに、内航海運（0.54MJ/t-km）・営業用自動車（2.72MJ/t-km）を乗じて、国内輸送におけるエネルギー消費量<sup>12)</sup>を推計した。GHG排出量は、このエネルギー消費量を単位発熱量43.12MJ/ℓで軽油に換算し、GHG排出係数を3,044g-CO<sub>2</sub>eq./ℓとして算出した。

## 4.貯蔵・加工段階の推計

トウモロコシ・ムギ類・ダイズの貯蔵・加工におけるエネルギー消費量・GHG排出量は、S社鹿島工場でのハンドリング・調整・製粉・製油プロセスに関する聞き取り調査結果（2004年実施）から推計した。製品と副産される飼料原料を重量割合で按分して、**付表12**のように、単位重量当たりの値を求めた。なお、直接飼料の原料となる（製品化が行なわれない）トウモロコシ60%、ムギ類20%についても、ハ

【付表12】貯蔵・加工におけるエネルギー消費量・GHG排出量

	トウモロコシ	ムギ類	ダイズ	ソルゴー	乾草	稲わら
エネルギー消費量 (MJ/kg)	0.52	0.47	1.30	0.52	-	-
GHG排出量 (g-CO <sub>2</sub> eq./kg)	34.7	31.2	86.7	34.7	-	-

ンドリング・圧片化・配合のプロセスが付随することから、ここで求めた貯蔵・加工におけるエネルギー消費量・GHG排出量を、同様に計上した。

## 5.食品原料等と飼料の負担配分

食品原料などとして製品化されるトウモロコシ・ムギ類・ダイズについては、製品化（スターチ・食用油・粉など）の割合（重量）を、商社・全農・加工工場への聞き取り結果にもとづき、それぞれ40%・80%（コムギは100%製粉へ、オオムギの120万tは飼料へ）・100%とした。また、これらの製品化にともない副産される飼料原料の割合（重量）を、それぞれ30%・20%・75%とした。したがって、生産国内から海上輸送までのエネルギー消費量・GHG排出量は、飼料とその他製品（スターチ・食用油・粉）について、**付表13**のように、重量にもとづいた按分を行うことができる。本推計では、このうち、製品が負担すべき部分（トウモロコシ28%・ムギ類64%・ダイズ25%）のエネルギー消費量・GHG排出量は、飼料供給に付随しないものとして除外した。また、ソルゴー・乾草・稲わらについては、100%飼料として利用されるものとした。

輸入港から地域代表都市までの国内輸送を除く、生産段階、生産国内輸送、貯蔵・加工および海上輸送にともなうエネルギー消費量・GHG排出量は、このような手順で、飼料目的のみの部分を抽出して飼料別に推計した。

飼料のみを対象とした海上輸送（生産国輸出港から日本輸入港まで）にともなう1kg当たりのエネルギー消費量・GHG排出量は、飼料別輸入港別に、**付表14**のように算出された。なお、日本国内での輸送は、全量飼料として流通するものとして、エネルギー消費量・GHG排出量を求めた。

【付表13】製品と副産物の割合と飼料原料としての割合

	トウモロコシ	ムギ類	ダイズ
全輸入量に対する製品加工	40%	80%	100%
副産される飼料原料	30%	20%	75%
製品化	28%	64%	25%
飼料利用	72%	36%	75%

【付表14】 飼料原料の海上輸送におけるエネルギー消費量・GHG排出量

輸入港	エネルギー消費量 (MJ/kg)						GHG排出量 (g-CO <sub>2</sub> eq./kg)						
	トウモロコシ	ダイズ	ソルゴー	ムギ類	乾草	稲わら	輸入港	トウモロコシ	ダイズ	ソルゴー	ムギ類	乾草	稲わら
苫小牧	1.20	1.25	1.67	0.27	0.99	0.32	苫小牧	89.8	93.5	124.7	20.2	73.9	25.2
八戸	1.20	1.25	1.67	0.27	0.99	0.32	八戸	89.7	93.4	124.5	20.1	73.8	23.7
石巻	1.22	1.27	1.70	0.28	0.96	0.27	石巻	91.4	95.2	127.0	21.0	71.5	20.3
新潟	1.25	1.30	1.73	0.29	1.06	0.21	新潟	93.4	97.3	129.7	22.0	79.0	15.5
鹿島	1.24	1.29	1.72	0.34	0.93	0.25	鹿島	92.5	96.4	128.5	25.1	69.6	18.4
清水	1.24	1.29	1.72	0.33	0.93	0.24	清水	92.5	96.3	128.4	25.0	69.5	18.3
名古屋	1.25	1.30	1.73	0.30	0.93	0.21	名古屋	93.2	97.1	129.5	22.1	69.2	15.7
神戸	1.27	1.32	1.76	0.31	0.93	0.19	神戸	94.9	98.8	131.8	23.0	69.6	14.4
水島	1.30	1.35	1.81	0.32	0.95	0.19	水島	97.2	101.3	135.0	24.1	71.1	13.9
福岡	1.31	1.36	1.81	0.32	0.96	0.12	福岡	97.7	101.8	135.7	24.2	71.6	8.8
谷山	1.30	1.35	1.80	0.33	0.92	0.13	谷山	97.2	101.2	134.9	24.8	68.9	10.1
志布志	1.30	1.35	1.81	0.33	0.92	0.14	志布志	97.3	101.3	135.1	24.9	69.0	10.2

## 6. 輸入飼料の地域別（都道府県別） エネルギー消費量・GHG排出量の推計

以上のような手順で求めた生産段階、生産国内輸送、海上輸送、貯蔵・加工の各段階での推計値に、都道府県を基本とする55供給地域別に算出した日本国内輸送段階の推計値を加えると、輸入飼料の供給段階までのライフサイクル・エネルギー消費量とライフサイクル・GHG排出量を求めることができる。

付表15・付表16は、このようにして求めた、55地域別種類別の牛用輸入飼料に関するライフサイクル・エネルギー消費量とライフサイクル・GHG排出量の推計結果である。

### 引用文献

- Richard C. F.: Input-Output Energy Analysis for Agriculture and the Food Chain, Energy in World Agriculture, Vol.5, P.M. Peart & R. C. Brook ed., Elsevier, 1991
- NASS : Crop Production 2003 Summary, Cr Pr 2-1 (04), 2004
- Linda F. F.: Characteristics and Production Costs of U.S. Corn Farms, USDA Statistical Bull, No.974, 2001
- Mir B. Ali : Characteristics and Production Costs of U.S. Wheat Farms, USDA Statistical Bull, No.974-5, 2002
- Linda Foreman and Janet Livezey : Characteristics and Production Costs of U.S. Soybean Farms, USDA Statistical Bull, No.974-4, 2002
- 日本船主協会資料, 1999
- 国土交通省 : 交通関係エネルギー要覧平成16年版(平成14年値), 2004
- Green, M.B. : Energy in Pesticide Manufacture, Distribution and Use, Energy in Plant Nutrition and Pest Control, Helse, Z.R. ed., Elsevier, 1987
- 2000-2001 Pesticide Market Estimates : Usage and Sales, U.S. Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/opp-bead1/pestsales/> (2006年1月4日最終確認)
- USDA : The USDA Economics and Statistics System : State-Level Production Costs and Return Estimates, Economic Research Service, USDA, 1992
- USDA-NASS : Reports by Commodity Index of Estimates, <http://www.usda.gov/nass/pubs/estindx2.htm> (2005年10月10日最終確認)
- Chen J. and Kobayashi H. : A Study on Life Cycle Energy

Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions in Grains Production - Transportation in Japan and Heilongjiang Province of China, Proceed. EcoDegin 2001, 791-796, 2001

- 加古敏之・張建平 : 黒龍江省農墾区における稲作の発展, 2000, <http://worldfood.muses.tottori-u.ac.jp/web/6.htm> (2005年10月10日最終確認)
- 海上保安庁 : 距離表, 191, 2003

【付表15】輸入飼料（肉牛・乳牛）の地域別ライフサイクル・エネルギー消費量

供給地域	輸入港	輸送先	エネルギー (MJ/kg)					
			トウモロコシ	ダイズ	ソルゴー	ムギ類	乾草	稲わら
北海道（東）	釧路	帯広	4.22	4.15	7.06	2.23	5.55	1.58
北海道（西）	苫小牧	札幌	3.97	3.90	6.80	1.98	5.29	1.32
青森（東部）	八戸	青森	4.85	4.77	7.68	2.86	6.17	2.20
青森（西部）	新潟	弘前	4.21	4.14	7.06	2.20	5.55	1.40
秋田	新潟	秋田	4.02	3.95	6.87	2.00	5.36	1.21
岩手（北部）	八戸	盛岡	4.36	4.29	7.19	2.37	5.68	1.71
岩手（南部）	石巻	花巻	4.16	4.09	7.00	2.16	5.43	1.44
山形（内陸）	石巻	山形	4.17	4.09	7.00	2.16	5.43	1.45
山形（沿岸）	新潟	酒田	4.02	3.95	6.87	2.00	5.36	1.21
宮城	石巻	仙台	3.95	3.88	6.79	1.95	5.22	1.23
福島	石巻	福島	4.16	4.08	6.99	2.15	5.42	1.44
新潟	新潟	新潟	3.88	3.80	6.72	1.86	5.22	1.07
長野（北部）	新潟	長野	4.44	4.37	7.29	2.42	5.78	1.63
長野（南部）	名古屋	松本	4.52	4.45	7.37	2.51	5.73	1.72
富山（東部）	新潟	富山	4.56	4.48	7.40	2.54	5.90	1.75
富山（西部）	名古屋	高岡	4.55	4.48	7.39	2.54	5.76	1.74
茨城	鹿島	水戸	4.00	3.93	6.84	2.04	5.23	1.24
栃木	鹿島	宇都宮	4.21	4.14	7.05	2.25	5.44	1.45
群馬	鹿島	前橋	4.45	4.38	7.29	2.49	5.68	1.69
埼玉	鹿島	さいたま	4.19	4.12	7.03	2.23	5.42	1.43
千葉	鹿島	千葉	4.06	3.99	6.91	2.10	5.29	1.30
東京	鹿島	東京	4.14	4.07	6.99	2.18	5.37	1.38
石川	名古屋	金沢	4.56	4.49	7.41	2.55	5.78	1.76
岐阜	名古屋	岐阜	4.00	3.93	6.84	1.99	5.21	1.19
愛知	名古屋	名古屋	3.92	3.84	6.76	1.90	5.13	1.11
三重	名古屋	津	4.01	3.93	6.85	1.99	5.22	1.20
神奈川	清水	横浜	4.27	4.19	7.11	2.30	5.49	1.51
山梨	清水	山梨	4.29	4.21	7.13	2.32	5.51	1.53
静岡	清水	静岡	3.86	3.79	6.70	1.90	5.09	1.10
福井	神戸	福井	4.53	4.46	7.39	2.51	5.73	1.69
滋賀	神戸	大津	4.10	4.03	6.96	2.08	5.30	1.26
京都	神戸	京都	4.07	4.00	6.93	2.05	5.27	1.23
大阪	神戸	大阪	3.95	3.88	6.80	1.93	5.15	1.11
兵庫	神戸	神戸	3.88	3.80	6.73	1.85	5.07	1.03
奈良	神戸	奈良	4.05	3.98	6.90	2.03	5.25	1.20
和歌山	神戸	和歌山	3.93	3.86	6.79	1.91	5.13	1.09
徳島	神戸	徳島	3.93	3.86	6.79	1.91	5.13	1.09
香川	神戸	高松	3.93	3.86	6.78	1.90	5.12	1.08
高知	神戸	高知	4.01	3.94	6.86	1.99	5.21	1.17
愛媛（東部）	神戸	新居浜	3.99	3.92	6.84	1.97	5.18	1.14
佐賀	志布志	佐賀	4.79	4.72	7.65	2.76	5.94	1.85
長崎	志布志	長崎	5.03	4.96	7.89	3.00	6.18	2.10
熊本	志布志	熊本	4.48	4.41	7.35	2.46	5.64	1.55
大分	志布志	大分	4.07	4.00	6.94	2.04	5.23	1.14
福岡	福岡	福岡	3.91	3.84	6.78	1.87	5.09	0.95
鳥取	水島	鳥取	4.41	4.34	7.28	2.37	5.60	1.53
島根	水島	島根	4.44	4.37	7.31	2.40	5.63	1.48
岡山	水島	岡山	3.98	3.91	6.84	1.95	5.13	1.04
広島	水島	広島	4.31	4.24	7.18	2.28	5.47	1.38
山口	福岡	山口	4.34	4.27	7.21	2.29	5.52	1.38
愛媛（西部）	志布志	松山	4.12	4.05	6.99	2.09	5.28	1.19
宮崎	志布志	宮崎	4.12	4.05	6.98	2.09	5.27	1.18
鹿児島（東部）	志布志	国分	4.04	3.97	6.90	2.01	5.19	1.10
鹿児島（西部）	谷山	鹿児島	3.92	3.85	6.78	1.89	5.07	0.98
沖縄	志布志	那覇	4.31	4.24	7.18	2.28	5.47	1.38



【付表16】 輸入飼料（肉牛・乳牛）の地域別ライフサイクル・GHG排出量

供給地域	輸入港	輸送先	GHG (kg-CO <sub>2</sub> /t)					
			トウモロコシ	ダイズ	ソルゴー	ムギ類	乾草	稲わら
北海道（東）	釧路	帯広	269.8	276.0	332.9	138.7	242.5	105.1
北海道（西）	苫小牧	札幌	249.8	256.0	312.5	119.2	222.2	87.4
青森（東部）	八戸	青森	319.3	325.5	381.9	188.7	291.6	155.5
青森（西部）	新潟	弘前	268.8	275.2	333.0	136.4	242.6	93.0
秋田	新潟	秋田	253.6	259.9	317.7	121.1	227.3	77.8
岩手（北部）	八戸	盛岡	280.8	287.0	343.5	150.3	253.1	117.0
岩手（南部）	石巻	花巻	265.0	271.3	328.3	133.5	233.3	96.0
山形（内陸）	石巻	山形	265.2	271.5	328.6	133.8	233.5	96.3
山形（沿岸）	新潟	酒田	253.4	259.8	317.6	121.0	227.2	77.6
宮城	石巻	仙台	248.1	254.3	311.4	116.6	216.4	79.1
福島	石巻	福島	264.4	270.7	327.8	133.0	232.7	95.4
新潟	新潟	新潟	242.2	248.6	306.3	109.8	216.0	66.4
長野（北部）	新潟	長野	286.7	293.1	350.8	154.3	260.5	110.9
長野（南部）	名古屋	松本	293.1	299.5	357.2	161.0	257.3	117.7
富山（東部）	新潟	富山	296.0	302.4	360.1	163.6	269.8	120.2
富山（西部）	名古屋	高岡	295.3	301.7	359.4	163.2	259.5	119.9
茨城	鹿島	水戸	252.1	258.4	315.9	123.6	217.4	80.1
栃木	鹿島	宇都宮	268.5	274.8	332.3	140.0	233.8	96.5
群馬	鹿島	前橋	287.5	293.8	351.3	159.0	252.8	115.5
埼玉	鹿島	さいたま	267.3	273.6	331.1	138.8	232.6	95.3
千葉	鹿島	千葉	257.1	263.4	320.9	128.6	222.4	85.1
東京	鹿島	東京	263.4	269.7	327.2	134.8	228.6	91.3
石川	名古屋	金沢	296.5	302.9	360.6	164.4	260.7	121.1
岐阜	名古屋	岐阜	251.8	258.2	315.9	119.7	216.0	76.4
愛知	名古屋	名古屋	245.4	251.7	309.4	113.2	209.6	70.0
三重	名古屋	津	252.5	258.8	316.5	120.3	216.6	77.0
神奈川	清水	横浜	273.1	279.4	336.9	144.6	238.4	101.1
山梨	清水	山梨	274.6	281.0	338.4	146.2	239.9	102.6
静岡	清水	静岡	241.2	247.5	304.9	112.7	206.4	69.1
福井	神戸	福井	293.9	300.3	358.6	161.0	256.9	115.6
滋賀	神戸	大津	259.9	266.3	324.6	126.9	222.8	81.5
京都	神戸	京都	257.5	263.9	322.2	124.6	220.5	79.2
大阪	神戸	大阪	247.9	254.4	312.6	115.0	210.9	69.6
兵庫	神戸	神戸	242.1	248.5	306.8	109.1	205.0	63.7
奈良	神戸	奈良	255.8	262.2	320.5	122.8	218.7	77.4
和歌山	神戸	和歌山	246.7	253.2	311.4	113.8	209.7	68.4
徳島	神戸	徳島	246.7	253.1	311.4	113.7	209.6	68.3
香川	神戸	高松	246.1	252.5	310.8	113.2	209.1	67.8
高知	神戸	高知	252.7	259.1	317.4	119.7	215.7	74.3
愛媛（東部）	神戸	新居浜	250.9	257.3	315.6	117.9	213.9	72.5
佐賀	志布志	佐賀	314.0	320.5	379.6	180.5	273.9	129.0
長崎	志布志	長崎	333.1	339.6	398.7	199.6	293.0	148.1
熊本	志布志	熊本	290.1	296.6	355.7	156.7	250.1	105.2
大分	志布志	大分	257.3	263.8	322.9	123.9	217.3	72.4
福岡	福岡	福岡	244.6	251.1	310.4	110.0	206.7	57.8
鳥取	水島	鳥取	284.4	290.9	350.0	150.3	246.5	103.2
島根	水島	島根	286.0	292.6	351.7	151.9	248.2	104.8
岡山	水島	岡山	250.0	256.5	315.6	115.9	212.1	68.8
広島	水島	広島	276.2	282.7	341.8	142.1	238.3	95.0
山口	福岡	山口	278.3	284.9	344.1	143.7	240.4	91.5
愛媛（西部）	志布志	松山	261.2	267.7	326.8	127.8	221.2	76.3
宮崎	志布志	宮崎	260.9	267.4	326.5	127.5	220.9	76.0
鹿児島（東部）	志布志	国分	254.7	261.2	320.3	121.2	214.6	69.7
鹿児島（西部）	谷山	鹿児島	245.2	251.7	310.8	111.8	205.2	60.3
沖縄	志布志	那覇	276.2	282.7	341.8	142.7	236.2	91.2

第I部

第II部

第III部

第IV部

第V部

付属資料