

我が国における酪農事情と乳・乳製品の示す機能性科学の研究

齋藤 忠夫*

東北大学大学院農学研究科生物産業創生科学専攻
宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 〒980-0845

Tadao SAITO

Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University
468-1 Aramaki-aza-Aoba, Aoba-ku, Sendai 980-0845, Miyagi, Japan

Keyword: Dairy condition of Japan, Milk, Milk products, Functional dairy products, Yogurt, cheese

2017年4月24日受付, 2017年4月24日受理

1. はじめに

我が国の牛乳を生産する酪農現場には、現在大きな問題が起きつつある。それは酪農の生産現場の担当者が高齢化した結果、後継者問題が深刻化しているのである。また、この問題と輸入飼料価格の高騰化の問題も複合的に働き、我が国の乳用牛数は平成26年度には約140万頭に、乳用牛飼養個数は約1.9万戸となり、生乳生産量も約733万トンまで減少してしまった。国民への牛乳の安定供給のためには、生乳生産量の減少を防ぎ、牛乳を将来海外から輸入しなくてはならないような状況は回避し、国内需要は国産で充足できることが必要である。

我が国は、農業における酪農現場だけではなく、国民全体が高齢化しつつある。総務省の平成28年6月の国勢調査速報では、我が国の65歳以上人口が国民全体の4分の1を初めて超えた。日本人の平均寿命は、女性で87歳、男性でも初めて80歳を越え、男女平均での84歳は依然として世界一の長寿国である。しかしながら、平均寿命までの健康寿命は、女性で13歳、男性も7歳

と短く、高齢者の晩年は寝たきりでQOLが極めて低い生活者が多いことが伺える。この様に高齢化の進む日本人にとって、老後の健康を担保する最適な食材は、乳・乳製品であると考えられ、これらの食品は他の食品よりも優先して推薦されるべきであろう。牛乳は基本的には乳児用の食品であるが、最近では筋肉増強のために高齢者にも適したロイシンに富む良質のタンパク質を多量に含む推奨食品として再定義されている。

乳・乳製品の機能性に関する研究では、日本は多くの研究で世界のけん引役を担っている。とくに高齢者の健康には、乳・乳製品では1) 高く吸収性の良いカルシウムからの骨粗鬆症の防止、2) 低いGI値からの血糖値上昇を抑え糖尿病を予防、3) 筋肉を増やすアミノ酸：ロイシンの含有率の高い乳タンパク質による75歳以上の高齢者に多い筋肉減少症（サルコペニア）の防止、4) 栄養素密度の高い乳・乳製品の恒常的摂取による高齢者における低栄養の負の連鎖を断ち切る効果、5) プロバイオティクスを使用した発酵乳による整腸作用による大腸がんの予防、などがとくに期待されている。

* 連絡者：齋藤 忠夫（さいとう ただお）
（東北大学大学院農学研究科生物産業創生科学専攻
食品機能健康科学講座動物資源化学分野）
〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1
Tel: 022-757-4372, Fax: 022-757-4374
E-mail: tadao.saito.a3@tohoku.ac.jp

2. 我が国の牛乳生産と消費

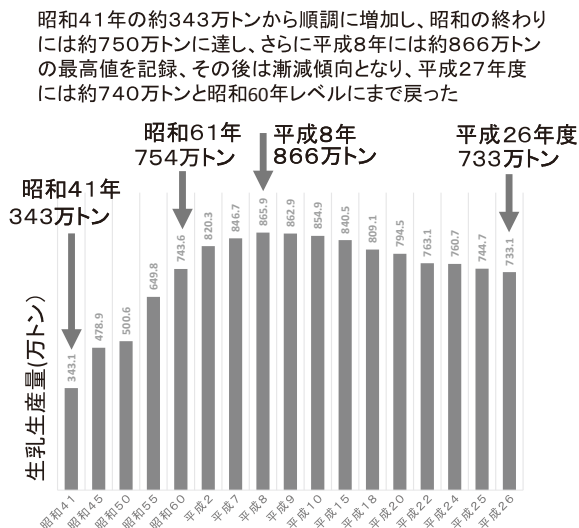
我が国の生乳生産量は、昭和41年の約340万トンから順調に増加し、昭和の終わりには約750万トンに達し、

さらに平成8年には約866万トンの最高値を記録した。しかしながら、その後は漸減傾向となり、平成27年度には約740万トンと昭和60年の生産量レベルにまで戻ってしまった(図1)。日本の酪農家は年率で約4~5%が離農しており、また生乳生産量も約20年間にわたり低下傾向を示している。酪農家の最も大きな離農原因は、高齢化によるものと推定されている。また、乳牛の飼養規模にも変化がみられ、平成26年では一戸当たりの平均飼養頭数は75頭と多頭化している。さらに、2~3000頭を大量飼育するフリーストール型のメガファームやギガファームも出現し、高価なパーラーシステムや搾乳ロボットの導入など、ハイテク技術の導入など酪農の形態も近年大きく変化しつつある。しかし、一日3回の搾乳も原因の一つと推定されるが、乳牛の疲弊や体細胞数の増加により平均3.5産前後での乳牛の早期淘汰にも繋がっており、問題点も指摘されている。とくに乳業界での自主的な体細胞数の30万個/mLも、さらに厳しい基準での受入れを要求する傾向もあり、さらに早期淘汰に拍車を掛けているのも問題と考えられている。

3. 我が国の乳製品生産と消費

農水省の牛乳乳製品統計および食品食品需給研究センターの調べでは、発酵乳(ヨーグルト)は平成20年より生産量は連続して増加しており、平成24年からは100万kLを超えている。そして、平成26年には120万kLを超え、平成27年の発酵乳生産量速報値では約126万kLと過去最高を記録している(図2)。日本での発酵乳(ヨーグルト)の市場規模は、近年常に右肩上がりの消費の増加傾向が続いている。我が国のヨーグルトの市

図1 日本の生乳生産量の推移



場規模は、近年常に右肩上がりの消費の増加傾向が続いており、平成20年の約3,000億円から漸増し続け、平成27年には4,300億円を越え(図3)、ヨーグルトは牛乳と同様の「家庭内常備食品」として家庭に不可欠な食材アイテムとして定着したと考えられる。平成27年の発酵乳生産量が約126万kLと過去最高を記録した背景には、国民の健康志向の高まりから日常の食生活を見直す傾向に加えて、後述の平成3年からの特定保健用食品(トクホ)および平成27年からの新しい「機能性表示食品」の提案と導入に対する消費者の陽性反応が含まれている。

一方、農水省の同統計では、平成27年のチーズ総消費量は約32万トンと史上最高を記録した。これは、原料の6割強を占めるオセアニアや欧州からの輸入チーズの価格が低位で安定(3,000\$)したために、シュレットタイプやプロセスチーズ原料用のチーズ約7.7万トンの輸入が伸びたことが最大の原因であった。こうした需

図2 日本のヨーグルトの生産量の推移

ヨーグルトの生産量は、最近の6年間は連続の増加であり、平成24年から100万kLを超えている。一方、乳酸菌飲料は約50万kLで、同様に漸増傾向にある

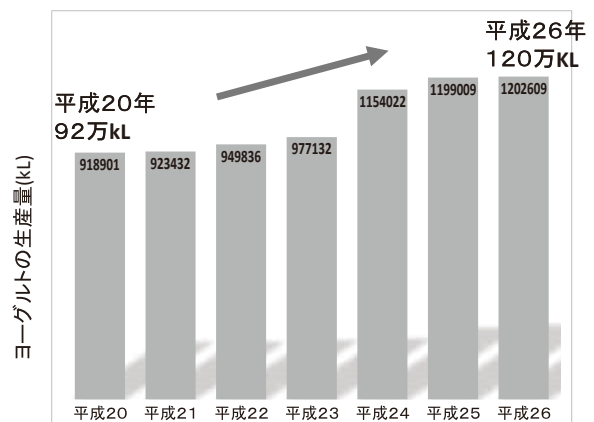
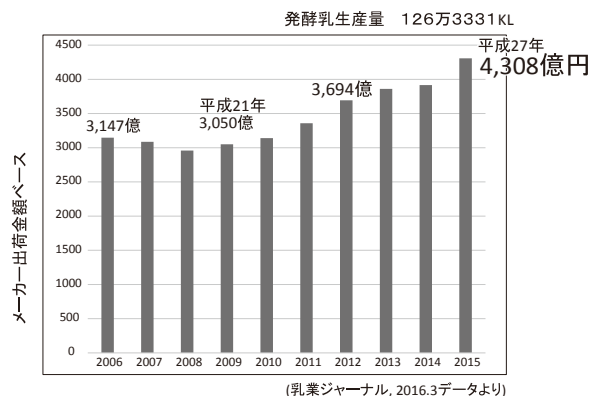


図3 日本の発酵乳(ヨーグルト)の市場規模



牛乳と同様の家庭内常備食品として家庭に不可欠なアイテムとして定着

要を背景に、輸入ナチュラルチーズ総量も、約24.8万トンと史上最高値を記録した。この背景には、キリンビール(株)を中心とする国内研究により、カマンベールチーズなどのカビ系チーズにアルツハイマー病予防する成分(オレイン酸アミドとデヒドロエルゴステロール)の発見というチーズの新健康効果が、メディアで広く紹介されたことがあった。しかし、国産ナチュラルチーズの生産量は約4.6万トンと減少し、国内では生乳不足が原因で生産にブレーキが掛かっている。また、日豪EPAも発効から3年目を迎え、またTPPの大筋合意の流れも無視できなくなってきた。TPP発効後に予想されていた国産チーズ生産と消費動向も変化し、従来のセミハード・ハード系チーズからより高付加価値なソフトチーズへの変化が認められる。また、熟成型チーズ産業での副産物であるチーズホエイを主原料とするスポーツ栄養部門では、ロイシン含量の高い乳清タンパク質に関心が高まり、近年では高齢者のサルコペニア対策としても有用な製品が多数上市され始めている。しかし、依然として我が国の一人当たりの年間チーズ消費量は2.2kg程度であり、欧米諸国の5から10分の一程度と少ない状況はあまり変わっていない。急速に進む我が国の高齢化を考えると、少量で良質のタンパク質とカルシウムが摂取でき、さらには咀嚼しやすく消化吸收の良いチーズは、高齢者の健康と食生活に大きく貢献できることが期待される。

また、主要乳製品の生産量をみると、チーズとクリー

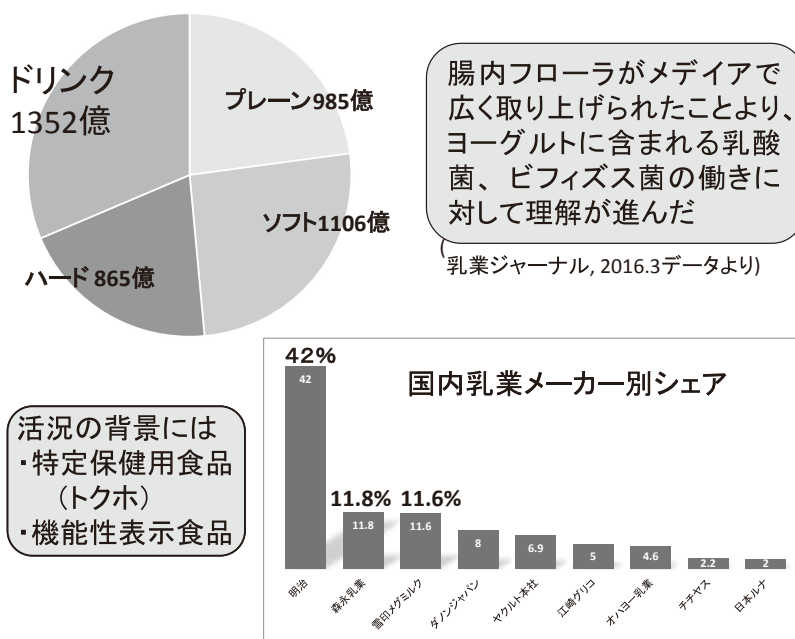
ムが平成27年まで漸増傾向にあるが、その他のバター・脱脂粉乳・練乳類・全粉乳・調製粉乳・アイスクリームは昭和45年から平成9年の間にピークがあり、それからは現在まで減少の一途を辿っている。しかし、全体としての乳・乳製品の摂取量は大きく増加し続けており、昭和25年レベルと比較すると現在では牛乳の摂取量は20倍にも増えた。この伸び率は食肉の10倍や鶏卵の7倍を大きく上回り、戦後の日本人の体位向上と平均寿命の延びには乳・乳製品の果たした役割は極めて大きかったことが理解できる。

4. 日本の世界に誇れる機能性ヨーグルト

発酵乳消費量が初めて4,000億円を超え、市場が活況を呈していることは前述した。日本のヨーグルトの種類別売上では、ドリンク型(31.4%)、ソフト型(25.7%)、プレーン型(22.9%)そしてハード型(20.0%)と大体4分割されており、近年では機能性ドリンクヨーグルトが急増している。また、国内乳業メーカー別のシェアでは、3大乳業メーカー(明治、森永乳業、雪印メグミルク)のシェアは全体の65.4%を占めている(図4)。

このようなヨーグルト市場活況の背景には、国民の健康志向が高まり、日常の食生活を見直す傾向にあることが非常に大きいと考えられる。さらに、日本国民の高齢化に伴う医療費の高騰を抑えたいという国の意向が働き、食品制度に新しい2つの提案がなされた。

図4 日本の発酵乳(ヨーグルト)の種類別売上(4,308億円)



一つ目は、平成3年に世界に先駆けた特定保健用食品（トクホ）制度が、当時の厚生省（現在は消費者庁）から提案導入された。トクホは現在14のジャンルに分けられるが、その中でも「おなかの調子を整える食品」が主流である（図5）。現在のトクホの市場規模は約6,500億円であり、その約50%が整腸作用を期待する食品となっている。トクホ制度の導入から25年が経過した平成29年4月段階では、1,123個を超えるトクホ食品が市販されている。整腸作用を期待するトクホに含まれる効果効能を示す食品成分としては、オリゴ糖類、乳酸菌類

類、食物繊維などがあり、選抜された機能性乳酸菌を用いたトクホヨーグルトは50種類以上が上市されている。最近では有用乳酸菌やビフィズス菌をプロバイオティクスと呼び、それらの糖源となる難消化性のオリゴ糖や食物繊維をプレバイオティクスと呼び、両者を組み合わせた概念であるシンバイオティクス型の発酵乳も多数製造されている（図6）。

二つ目は、平成27年4月から消費者庁より新しく「機能性表示食品」制度が提案導入された。食品は一般食品と保健機能食品に分けられる。従来の保健機能食品のト

図5 世界に誇る機能性食品のシステム

平成3年から特定保健用食品制度のスタート
国が食品に健康表示（ヘルスクレーム、健康への効用をしめす表現）を許可する世界で初めての画期的な制度。平成3年（1991年）に発足し、世界各国から注目されている。



全体で14種類の“ジャンル食品”

1. おなかの調子を整える食品（オリゴ糖、乳酸菌、食物繊維）
2. コレステロールが高めの食品 → 1+2
4. 血圧が高めの方の食品
5. ミネラルの吸収を助ける食品 → 1+4
7. 骨の健康が気になる方の食品
8. むし歯の原因になりにくい食品と歯を丈夫で健康にする食品
9. 血糖値が気になり始めた方の食品 → 7+8
10. 血中中性脂肪や体脂肪が気になる方の食品
11. 血中中性脂肪と体脂肪が気になる方の食品
12. 血糖値と血中中性脂肪が気になる方の食品
13. 体脂肪が気になる方、コレステロールが高めの方の食品
14. 肌が乾燥しがちな方の食品

図6 「おなかの調子を整える食品」での発酵乳

平成29年4月時点では、1,123品目のトクホが認可・発売されている。整腸作用（便秘の改善、下痢の軽減）などが科学的に認められた機能性乳酸菌を使用した発酵乳は50種類以上も上市。



L.ラムノーサスGG (タカナシ乳業)	B.ロンガムBB536 (森永乳業)	L.カゼイYT9029・シロタ株L. プレーベ・ヤクルト株 (ヤクルト本社)
B.ラクチスLKM512 (協同乳業)	L.ブルガリカス2038 St. サーマフィルス1131 (明治HD) 明治LB81株	L.ガセリSP ビフィズス菌SP (雪印メグミルク)
B.ラクチスFK120 (福島乳業)	L.ヘルペティカスCK60 L.カゼイNY1301 (日清ヨーク)	

クホおよび栄養機能食品に加えて、第3の保健機能食品が誕生したことになる。トクホは国が許認可するのに対して、この機能性表示食品では「事業者の責任において認可する」ことに最大の特徴がある。いずれも消費者の「自主的かつ合理的な商品選択の機会の確保」を促す制度であり、消費者は機能性の高い食品選択の可能性がさらに増えることになったと考えられる。トクホ申請では一般的に臨床試験に高額の費用がかかるが、この新制度では臨床試験を実施しなくても、その成分の研究蓄積が十分にある場合には、研究レビュー（システムティックレビュー）のみにより科学的根拠を説明できれば許可される。

日本の市場には沢山の機能性ヨーグルトが市販されているが、その中でも主要なものを紹介したい。

1) ピロリ菌の胃内排除が期待されるヨーグルト LG-21 (明治)

ヒト胃内より、胃がんのリスク因子であるヘリコバクター・ピロリ（ピロリ菌）を排除する乳酸菌（ラクトバチルス・ガセリ LG-21）を用いたヨーグルト。このガセリ菌 LG-21 は胃粘膜付着性、乳酸生成能力および胃内増殖性が高い。最近では、抗生物質による一次除菌に失敗した場合に、LG-21 を摂取していると二次除菌での除菌率を高めることがとくに注目されている。

2) 免疫機能向上が期待されるヨーグルト R-1 (明治)

免疫細胞の約 20～30% を占めるナチュラルキラー（NK）細胞を活性化し、免疫賦活化能全体を高めることでインフルエンザウイルスからの罹患を予防するラクトバチルス・ブルガリクス R-1 を用いたヨーグルト。この乳酸菌が菌体外に作り出すリン酸化された多糖（EPS）が小腸から吸収されると、免疫細胞から IFN- γ が生産され、NK 細胞を活性化する機構が推定されている。

3) 血清尿酸値を下げ痛風予防が期待されるヨーグルト PA-3 (明治)

食品に広く含まれる細胞由来の核酸物質ヌクレオチドは、腸管内の微生物によりヌクレオシドそしてプリン塩基へと変化する。これら 3 種のプリン体を取込み、自らのエネルギー源として利用増殖するラクトバチルス・ガセリ PA-3 を用いたヨーグルト。高尿酸血症のモデル動物による実験では、血清尿酸値を減少させ、痛風を防止する効果が確認されている。

4) 皮下脂肪や内臓脂肪を減少効果が期待されるヨーグルト：ガセリ菌 SP (雪印メグミルク)

乳酸菌体を摂取することで脂肪酸代謝を促進し、肥満細胞の数や面積および蓄積する脂肪を減少させるラ

クトバチルス・ガセリ SP を用いたヨーグルト。実際のヒト臨床試験により、皮下脂肪や内臓脂肪の減少が確認されている。

5) アレルギー症状を軽減が期待されるヨーグルト：BB536 (森永乳業)、アレルケア (カルピス)、おなかに GG (タカナシ乳業)、KW 乳酸菌ヨーグルト (キリンビール、小岩井乳業)

季節的な花粉症や通年のアトピー性皮膚炎などを予防や改善する乳酸菌を用いたヨーグルト。この効果は死菌でも認められ、菌体外の多糖（EPS）や細胞壁のペプチドグリカンあるいは染色体 DNA 断片などの免疫刺激性成分が小腸で吸収されると、ヘルパー T 細胞を Th1>Th2 とバランスを調整することでアレルギー症状を改善する機構が推定されている。

6) 整腸作用により大腸がん防止が期待させるヨーグルト：ナチュラル恵 (雪印メグミルク)、ビフィダスヨーグルト (森永乳業)、ブルガリアヨーグルト (明治)

これらの日本を代表するプレーン型ヨーグルトは、すべてトクホであり、高い整腸作用を示す。乳酸菌が作り出した乳酸や抗菌性成分などが腸管内で有害菌の生育を阻害し、腸内細菌叢のバランスを調整してスムーズな排便を促し、腸管および血中への有害成分の移行を防ぐことで大腸がんを予防する効果が期待される。

乳業メーカーでは、さらに新しい機能を示す乳酸菌やビフィズス菌の選抜とそれらの機能を引き出した発酵乳の開発が進んでいる。将来的には、炎症性腸疾患である潰瘍性大腸炎を予防したり、鬱病を予防する機能性を示すプロバイオティクスを用いたヨーグルトも出現するかもしれない。

とくにメタゲノム解析の手法が発展し、ヒト腸管に実際に存在するビフィズス菌は、現在のヨーグルトに使用されている菌ではなく、難培養性のビフィドバクテリウム・カテニユレータムやシュードカテニユレータムなどであることが分かり、将来的にはこれらの菌の培養法が確立すれば、ヨーグルトに利用されるだろう。遺伝子解析が進んでも肝心の食品に利用できる腸内細菌の研究は遅れており、実用化にはまだまだ時間がかかりそうである。

5. その他

学校給食に関する学乳予算の減少の問題もある。学校給食予算は、平成 12 年の約 44 億円から常に減少を続け、平成 28 年にはいよいよ約 7.4 億円にまで減少した。これまで、都道府県単位で決められていた予算額を教育の機会均等という制度規約により、一律に行う方向性が示

された。また、本制度発足当初に掲げられた子どもの体位向上や消費拡大の時代から大分時が経っているので、再考の時期にあるのかもしれない。一方では、大阪府の中学校給食事業では、平成23年から民営化に移行した。家庭弁当と民間調理会社の弁当を選択できる制度であるが、牛乳は学乳制度で供給されている。新潟県三条市での牛乳が和食に合わないという理由で給食から牛乳を外す決定をし、その後日本栄養士会や全国学校栄養士協議会の働きかけで、継続決定したという記事も記憶も新しい。近年では、乳と和食の融合であり減塩効果の高い「乳和食」の提案もなされており、今後さらに乳・乳製品の機能性研究が進むと思われる。

また、高齢化が進むにつれて、日本独特の発展を遂げる牛乳宅配事業も今後ますます発展が予想される。平成27年度の市場規模は既に1,000億円を超えており、今後も主として高齢者を対象に牛乳だけでなくヨーグルトや乳飲料などの宅配も増えるだろう。平成26年度の全食品宅配市場規模は約1.9兆円であるから、牛乳宅配はまだ全体の約5.5%に過ぎない。牛乳宅配店は酪農家と同様に後継者不足などの理由により減少傾向にあるが、高齢者世帯や働き世帯、子育て世帯の需要は今後も益々増加すると思われるので、今後さらに事業の拡大が予想される。

また、酪農行政などの政治面での問題もある。平成27年10月には環太平洋経済連携協定（TPP）が5年半にわたる交渉の末に大筋合意に達した。将来的には関税撤廃を原則とする各国が集まった交渉では、バター・脱脂粉乳に新たな民間貿易（輸入）枠が設定され、チーズについては粉チーズとチェダー・ゴーダは16年での関税撤廃による将来的な影響が心配される。いずれチーズなどの関税率が下がった場合、現在の関税特割における輸入チーズに対する関税率との関係で、国内チーズ産業に影響を与える心配は小さくはない。国産チーズと輸入チーズの比率1:3.5における、国産1の比率を確保することすら現時点では既に困難であり、関税撤廃を待たずして関割メリットそのものが機能しなくなる可能性が浮上している。一方、平成28年5月には政府の規制改革会議が、指定生乳生産者団体制度の抜本的改革を盛り込んだ答申を首相に提出した。これは、乳の生産・流通構造に問題があり、酪農家への所得還元繋がっていない、という厳しい指摘であった。今後は指定団体制度の是非や、補給金の交付対象のあり方などが検討される予定である。

6. おわりに

今後も牛乳を日本国民が安定に安心して飲めるためには、牛乳生産基盤の強化が喫緊の重要課題となっている。農水省は平成27年3月に策定した近代化方針に基づき、人・牛・飼料の視点から検討を開始しているが、それに大いに期待したいところである。国民の食生活のバランスが崩れ生活習慣病が増えている現在、予防医学の面からも牛乳・乳製品の価値は益々高まっているものと考えられる。とくに高齢者の医療費削減のためには、より若い時期からの恒常的な牛乳の摂取は、将来の貧栄養の負の連鎖を食い止められる唯一の方策として位置づけられるのではないだろうか。現代は飽食の時代だからこそ、「乳和食」の良さがより理解され、若い時からの毎日牛乳を摂取するという習慣が普及し、広く国民の健康に寄与することを願ってやまない。

参考文献

- 1) 世界の酪農情況2015（IDF 酪農政策・経済常設委員会報告）国際酪農連盟日本国内委員会（2016）
- 2) 日本貿易統計、財務省（2016）
- 3) 平成27年度チーズの需給表、生産局、農林水産省（2016）
- 4) 平成28年度牛乳乳製品統計、大臣官房統計部、農林水産省（2016）
- 5) 齋藤忠夫、日本の酪農産業の動向と高齢社会に最適な機能性ヨーグルト、畜産技術11月号, 30-36（2016）
- 6) 春季はっ酵乳・乳酸菌飲料特集、乳業ジャーナル3月号, (株)乳業ジャーナル（2016）
- 7) 齋藤忠夫、我が国の酪農産業の動向と機能性を付与した酪農食品の現状と将来、ミルクサイエンス, 66(1)（2017）