

図5 : A農場で5月に採取した牛血清のIgM抗体価(96検体)

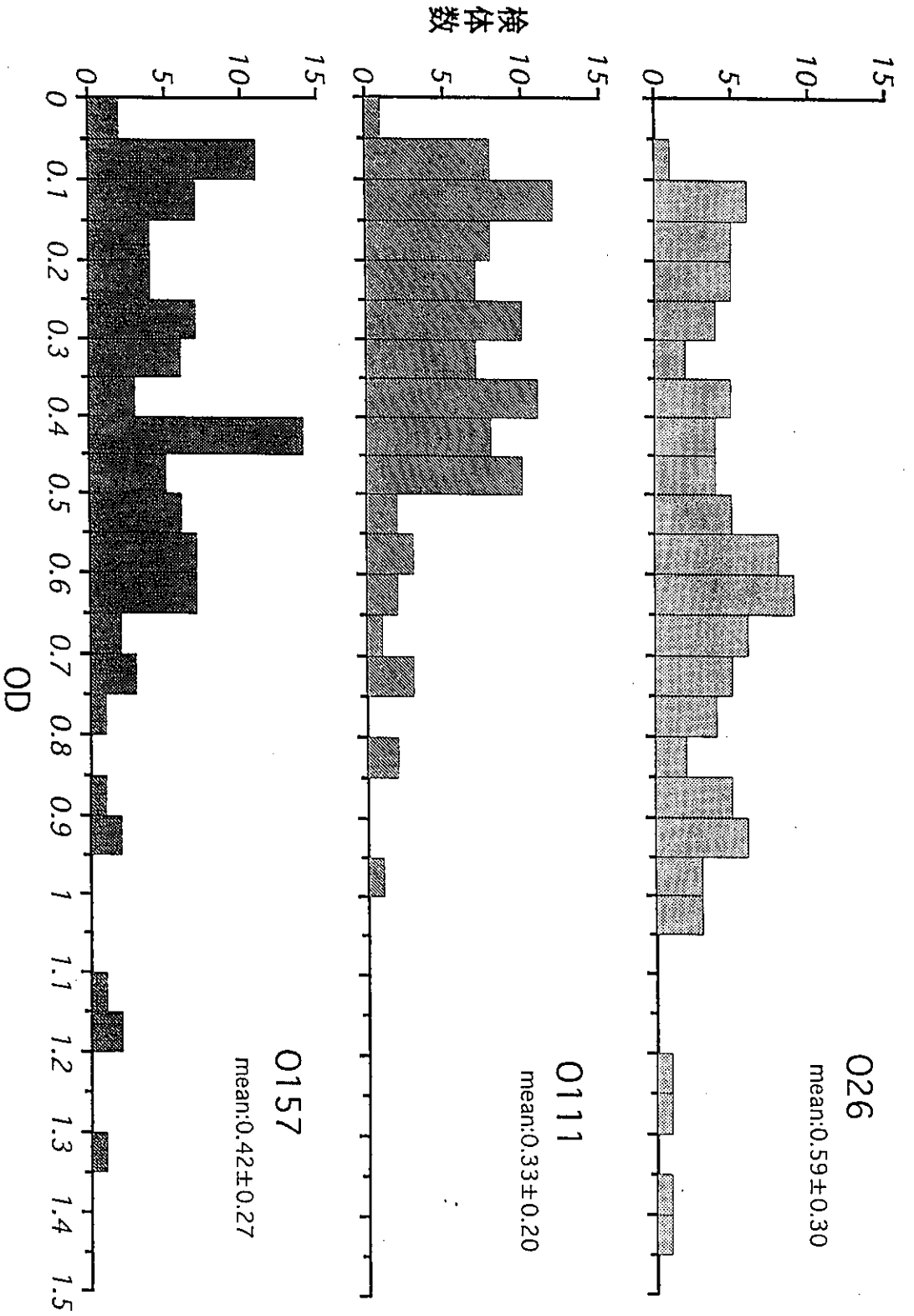


図6：A農場で5月に採取した牛血清のIgG抗体価(96検体)

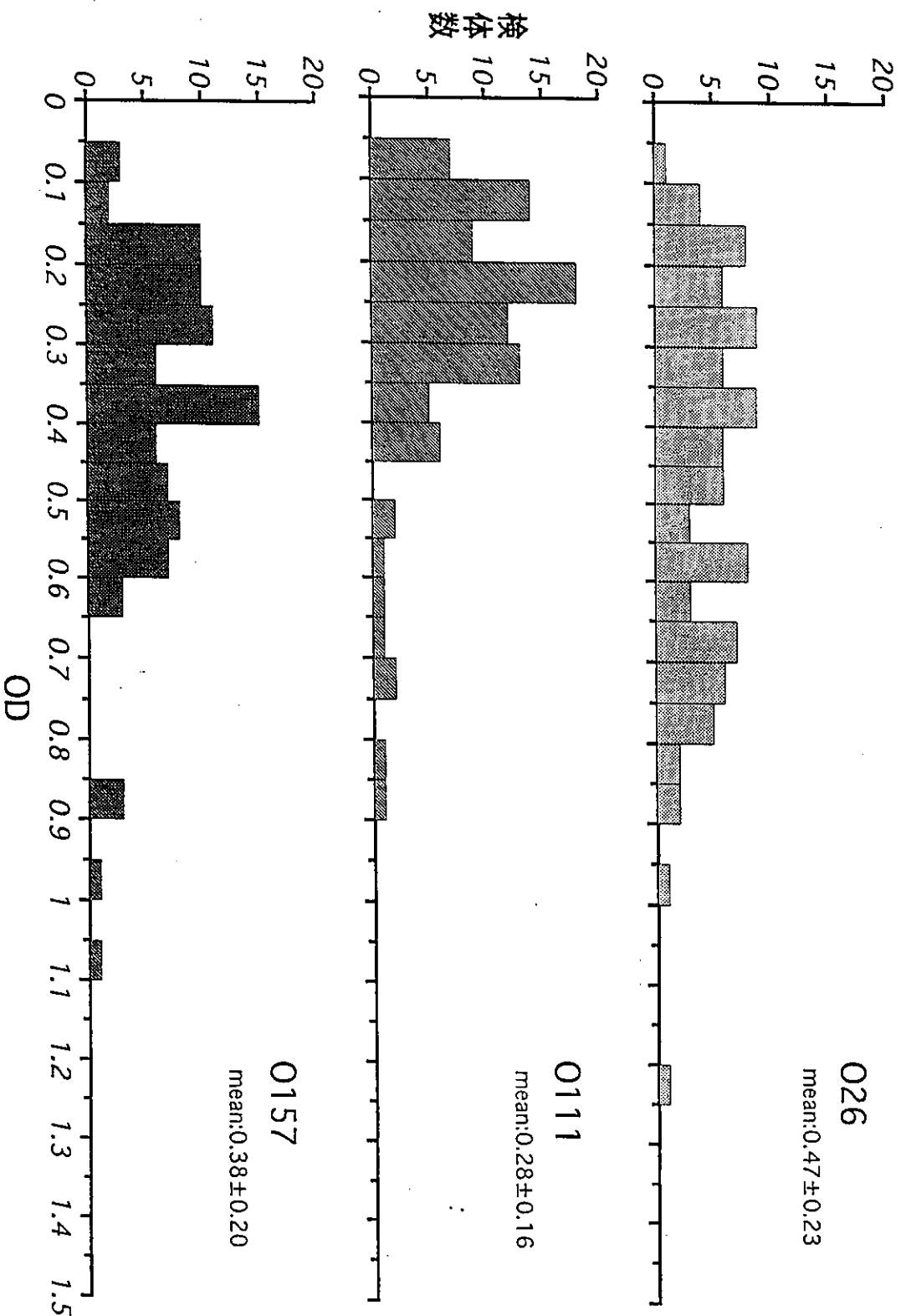


図7：A農場で9月に採取した牛血清のIgM抗体価(93検体)

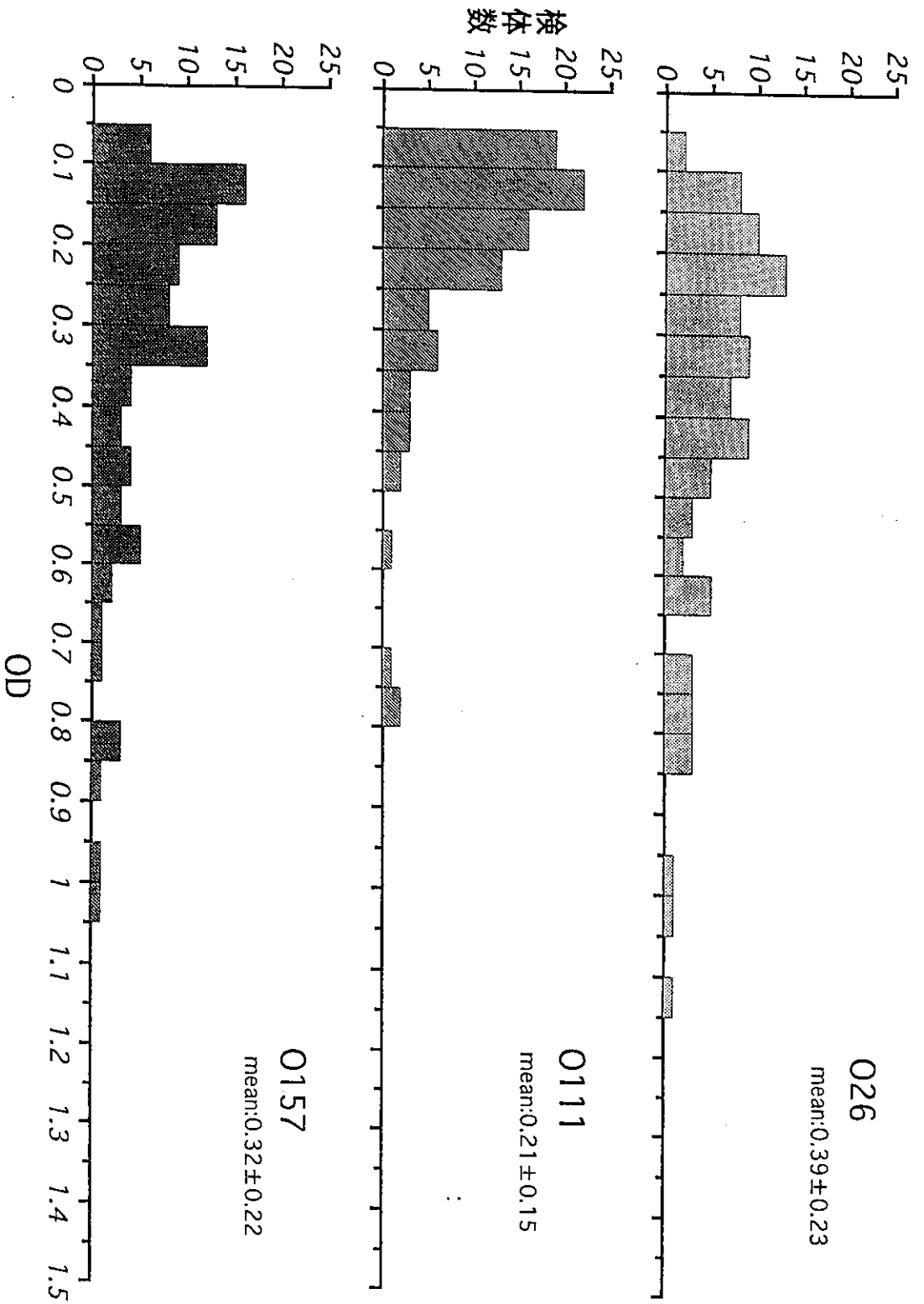


図8：A農場で9月に採取した牛血清のIgG抗体価(93検体)

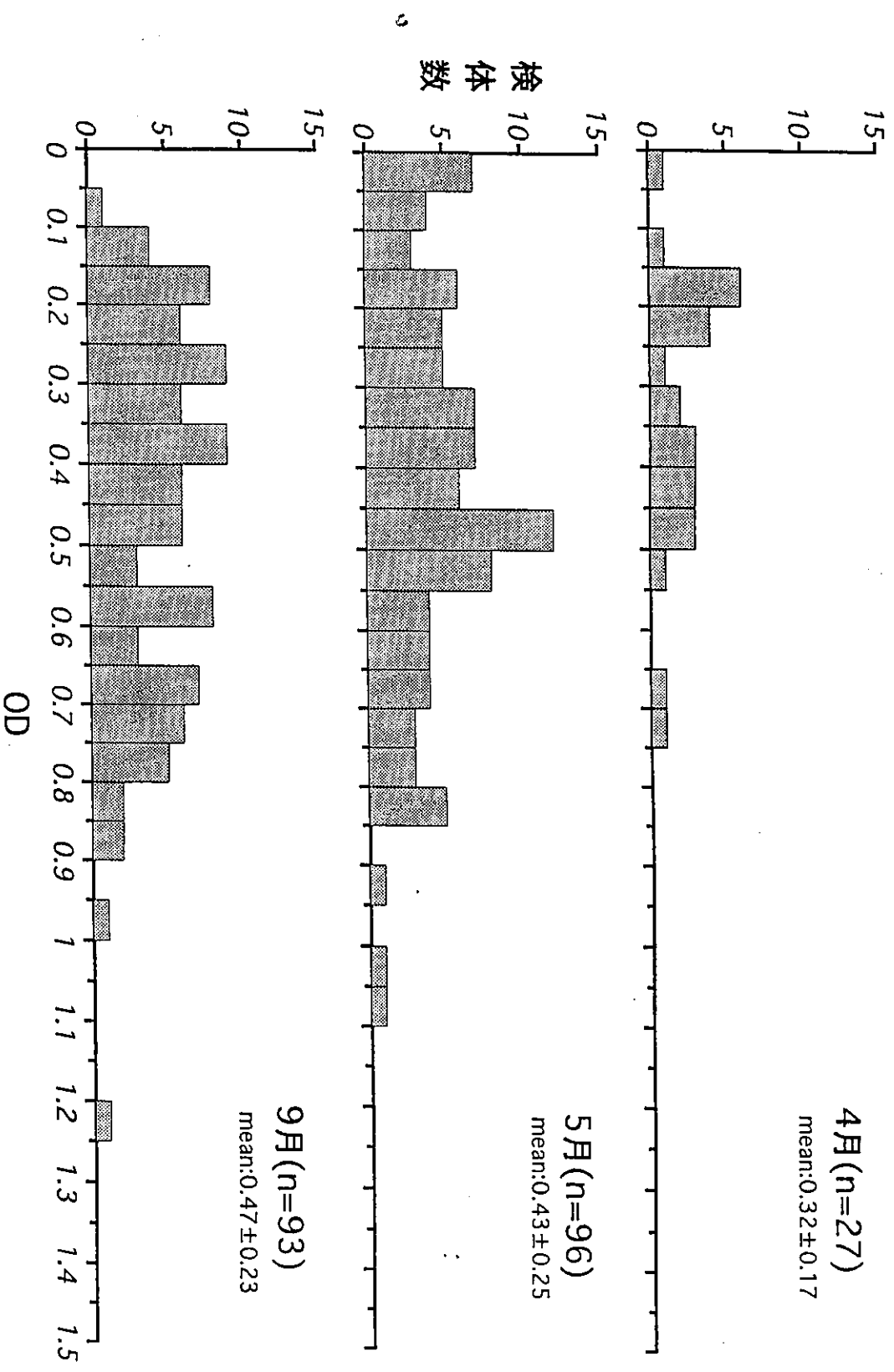


図9：A農場の各採取月における牛血清の抗O26IgM抗体価

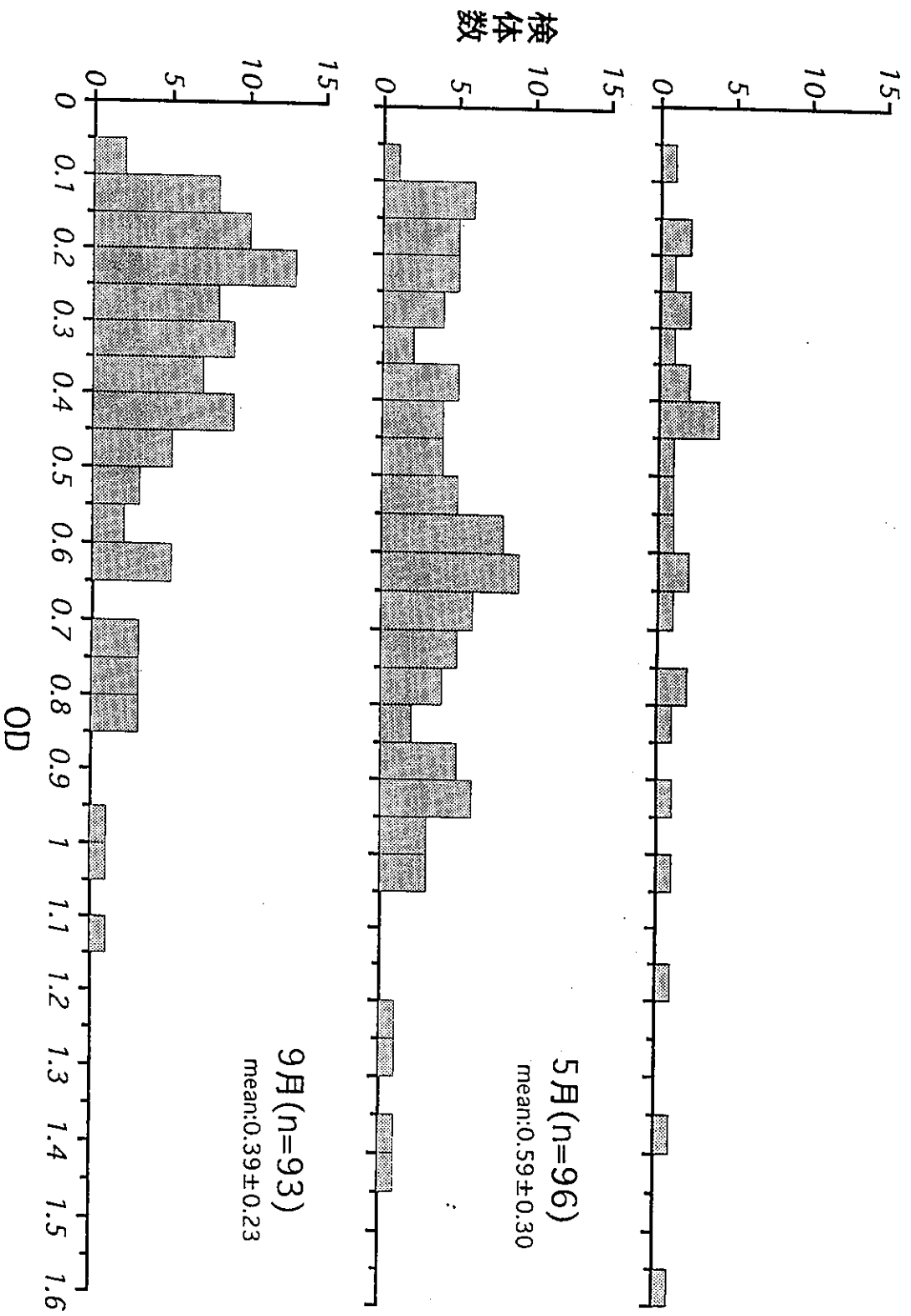


図10：A農場の各採取月における牛血清の抗O26IgG抗体価

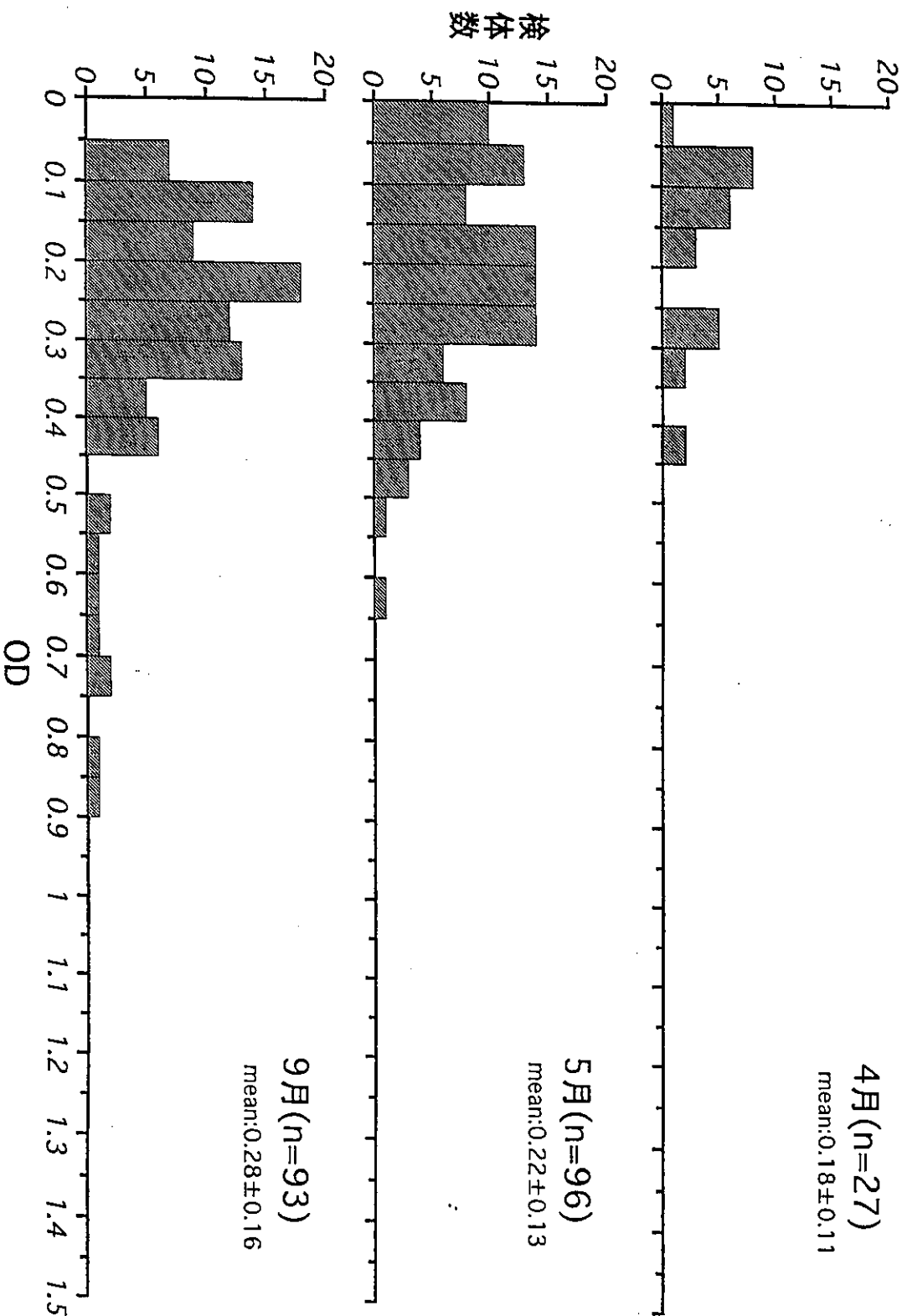


図11 : A農場の各採取月における牛血清の抗O111 IgM抗体価

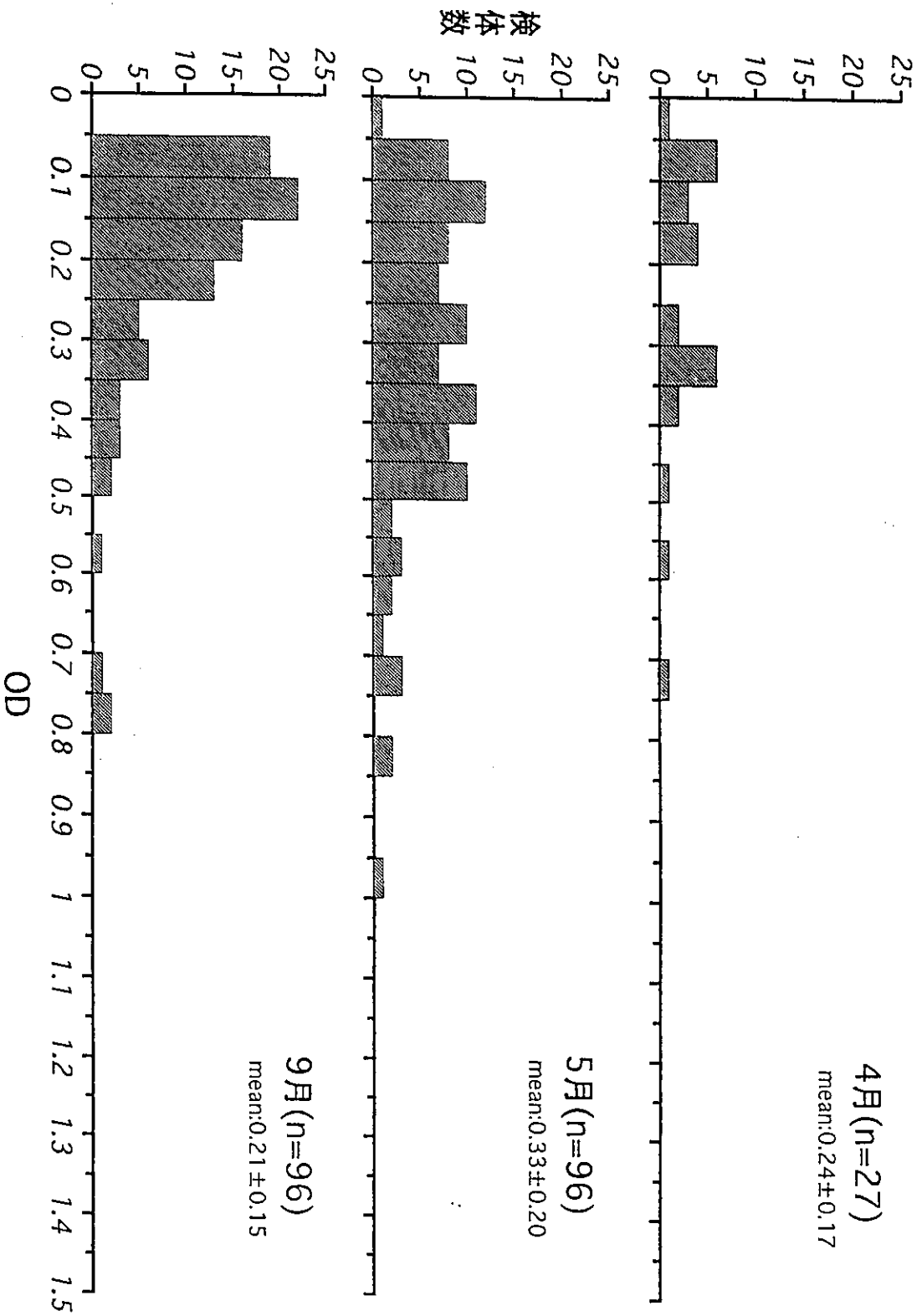


図12：A農場の各採取月における牛血清の抗O111IgG抗体価

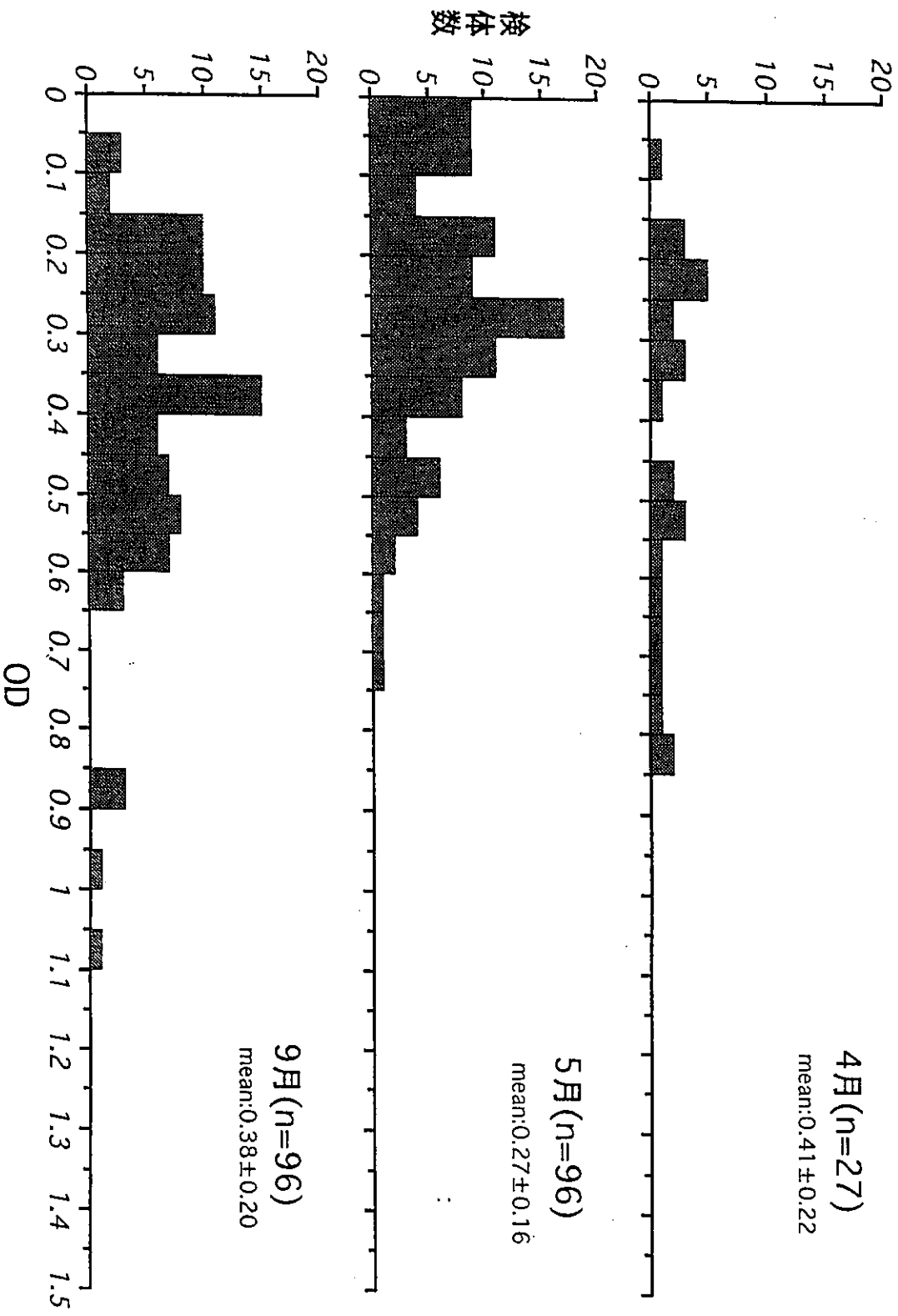


図13：A農場の各採取月における牛血清の抗O157IgM抗体価

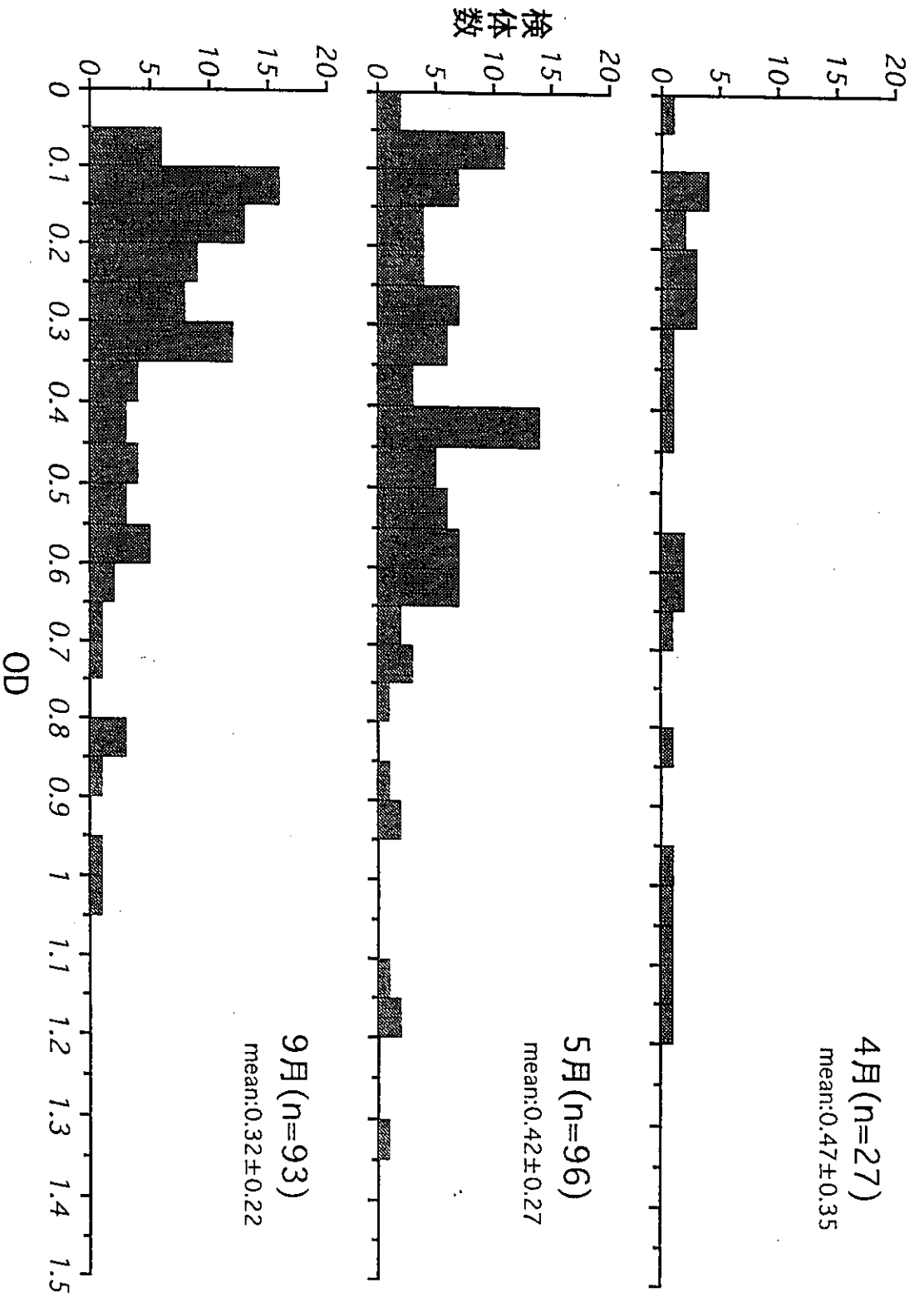


図14：A農場の各採取月における牛血清の抗O157IgG抗体価

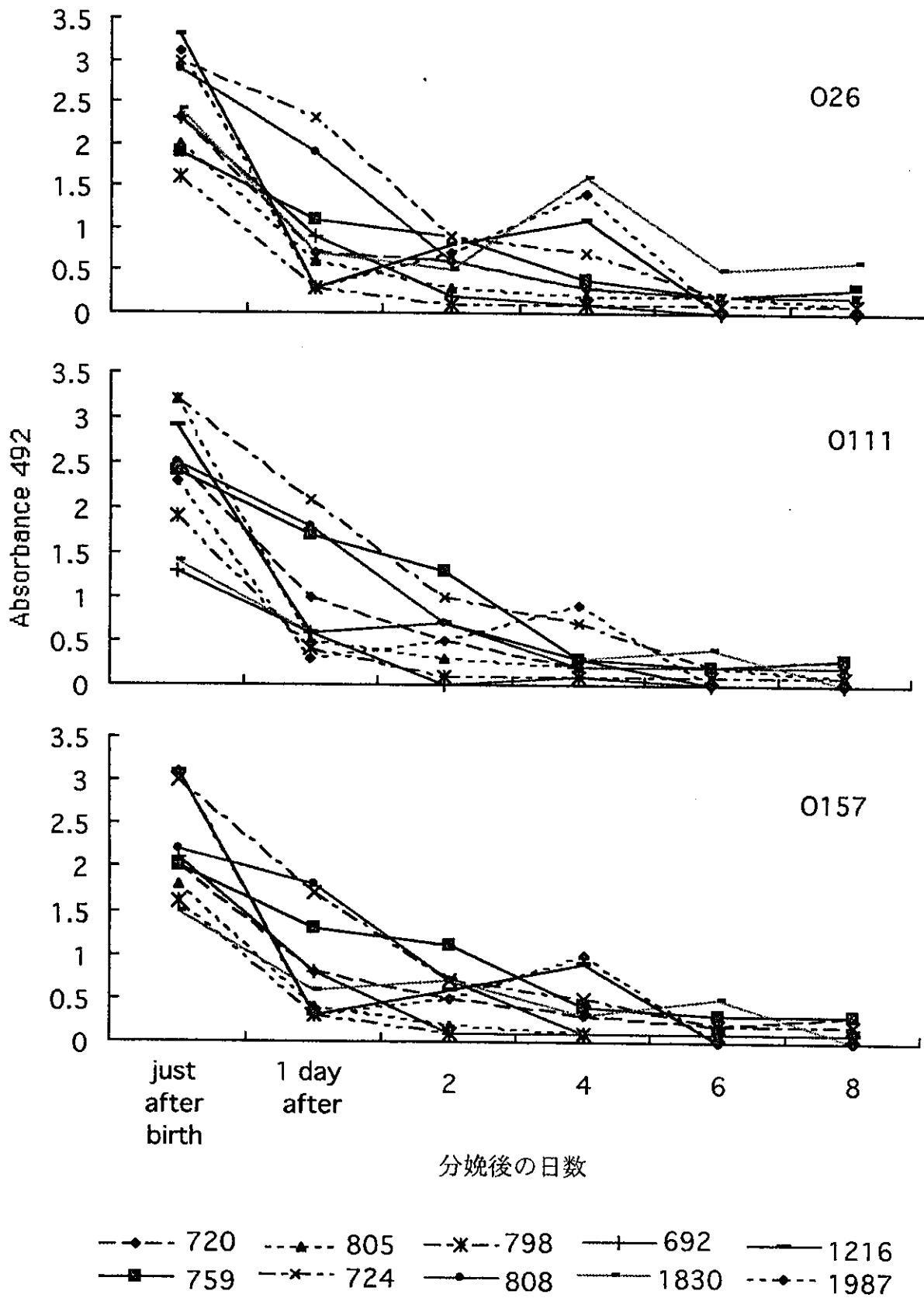


図15.初乳抗体価の経時的推移

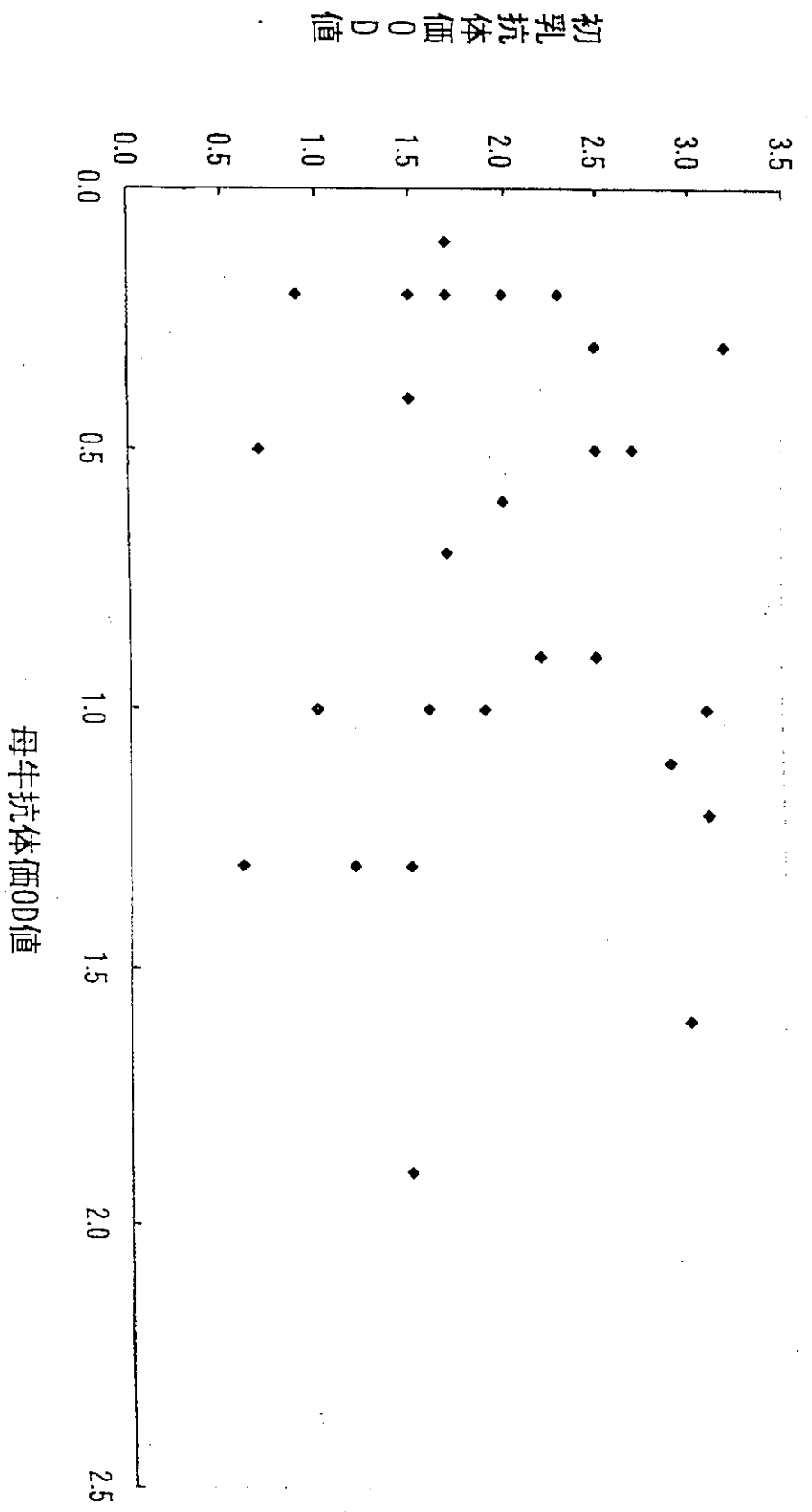


図16.母牛血清と初乳中抗体価の関係 0157

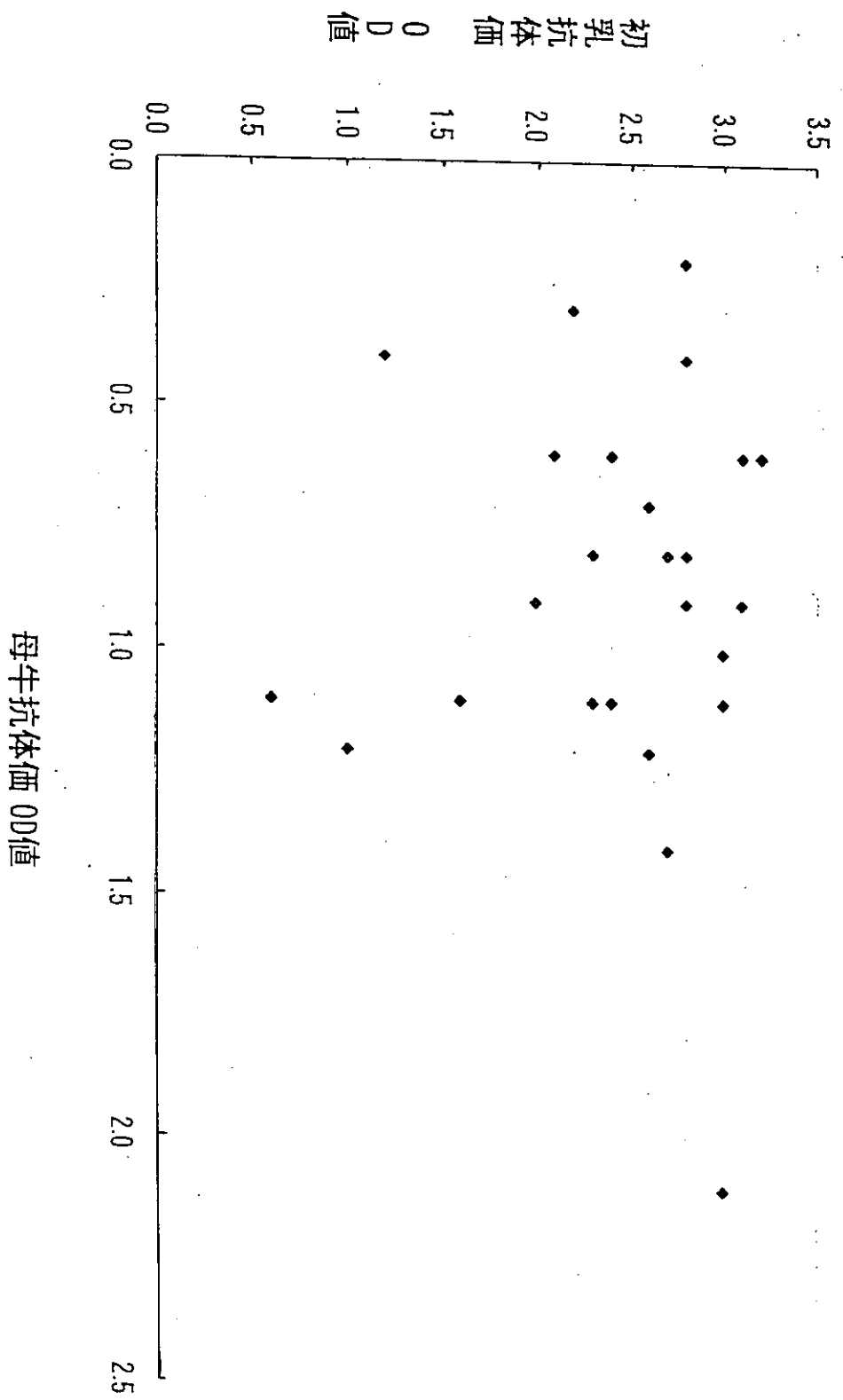


図17. 母牛血清と初乳中抗体価の関係 026

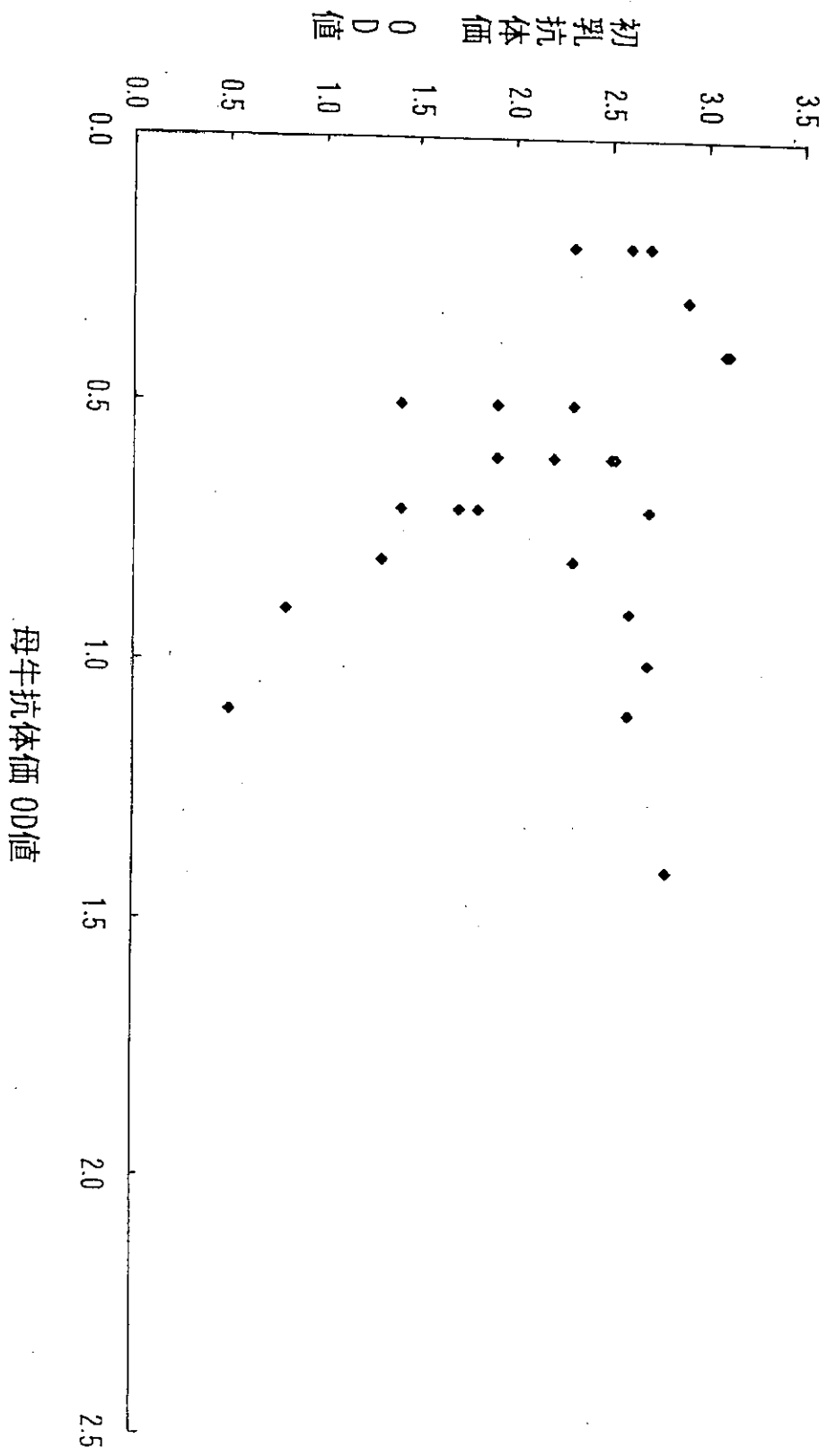


図18.母牛血清と初乳中抗体価の関係 0111

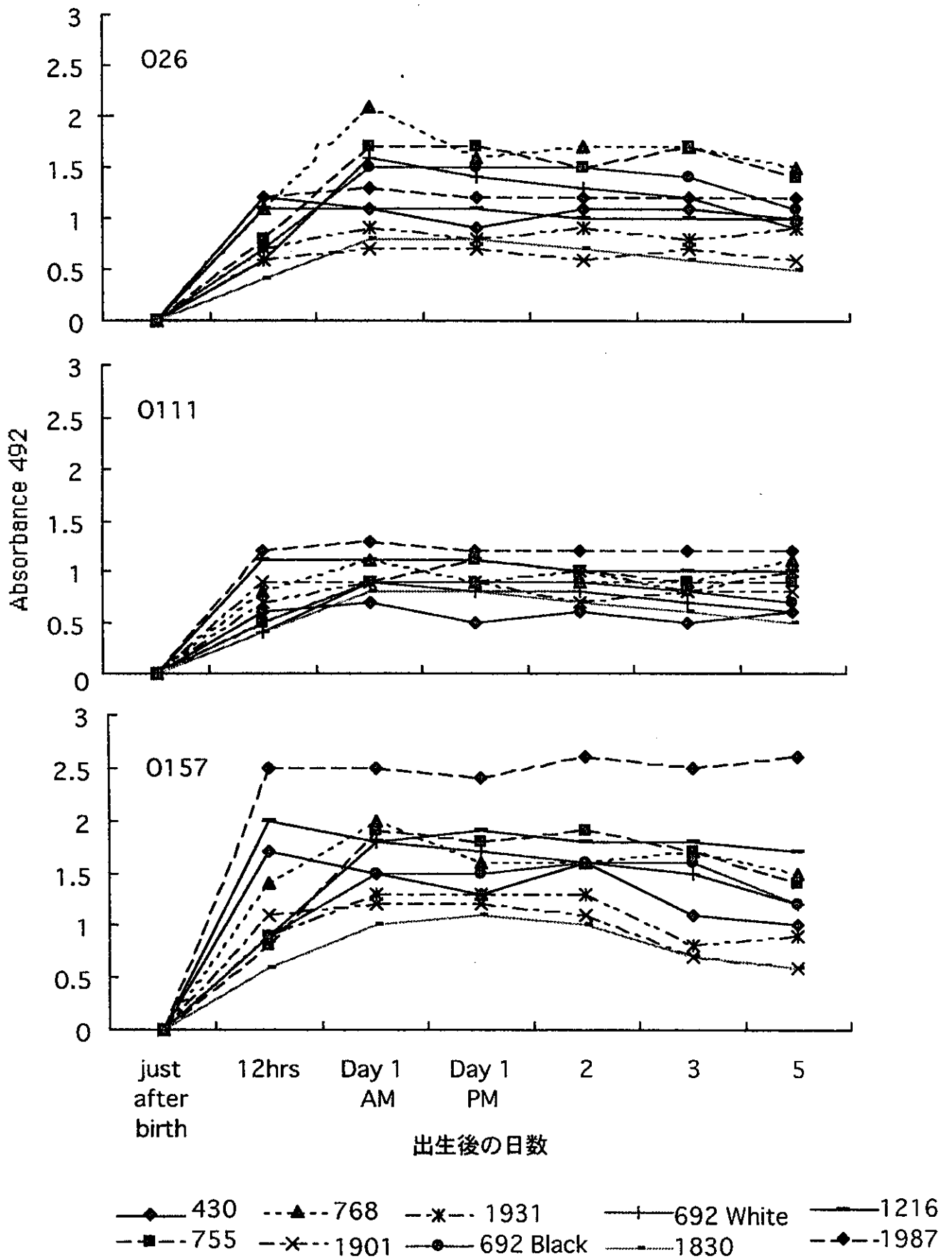


図19.授乳子牛抗体価の経時的推移

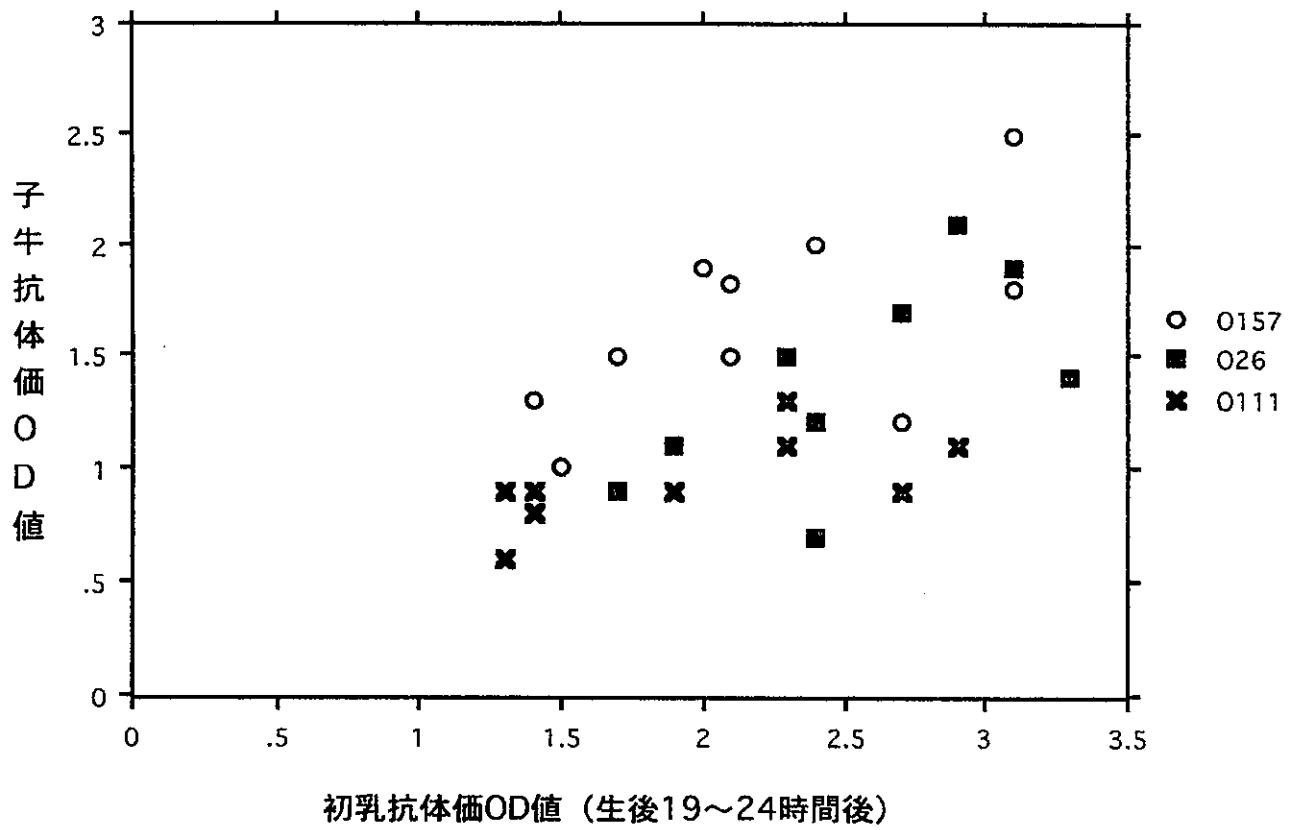


図20.初乳抗体価と子牛抗体価の関係

平成11年度分担研究報告書

ハンバーグの加熱試験に関する研究

分担研究者 小沼博隆 (国立医薬品食品衛生研究所 衛生微生物部)

協力研究者 宮原美知子 (国立医薬品食品衛生研究所 衛生微生物部)

長谷川敦子 (東京サラヤ株式会社)

研究要旨

HACCP方式による衛生管理に必要な科学的根拠に基づいた管理基準 (CL) およびモニタリング法を設定するために、今回は、オープンを用いて加熱調理する際の庫内温度のばらつきや、製品の違い (大きさ、脂肪分の割合および保存温度の違い) による中心温度の推移と病原菌の加熱殺菌条件 (75℃・1分間) との関係および製品の室温放置による製品の温度上昇に係わる放置温度と時間の関係を明らかにすることを目的に、スチームコンベクションオープン、ブラストチラー、熱センサー、データコレクターなどを用いて、庫内温度のバラツキの実態、ハンバーグの放置による温度推移及びハンバーグの焼成 (加熱) に伴う温度変化などの実験を行い以下の結果を得た。

1. スチームコンベクションオープン内温度のバラツキを調べたところ、場所によっては15～20℃の違いが見られた。
2. 保存温度の異なるハンバーグを室温に放置したところ、冷蔵保存 (5℃, 10℃) されたものの中心温度の推移はほぼ同様であり、放置後1時間で17～20℃に上昇し、3時間後には23～25℃に達した。冷凍保存 (-20℃) されたものは2～2.5時間ほどで解凍され、解凍後の品温の上昇は冷蔵したハンバーグよりも急激に上昇する傾向を示した。
3. ハンバーグ加熱所用時間の長短は、重量と保存状態が冷凍であるか、冷蔵冷蔵であるかに左右され、脂肪分量には大きく影響されないことが明らかになった。
4. ハンバーグの加熱所用時間は、重量に正比例することが示唆され、重量に対して冷蔵の場合は0.1、冷凍の場合は0.15を乗じることで、所用時間の目安を算出することが出来ると考えられた。
5. オープン庫内のどの位置が昇温し難いかは、焼成するたびに温度が異なったため不明であるが、機種による違いも予想されるため、使用しているオープンの特徴 (弱点) を熟知しておくことが必要であると考えられた。

1. 目的

HACCP方式による衛生管理に必要な科学的根拠に基づいた管理基準 (CL) およびモニタリング法を設定するために、今回は、オープンを用いて加熱調理する際の庫内温度のばらつきや、製品の違い (大きさ、脂肪分の割合および保存温度の違い) による中心温度の推移と病原菌の加熱殺菌条件 (75℃・1分間) との関係および製品の室温放置による製品の温度上昇係わ

る放置温度と時間の関係を明らかにする。

2. 方法

2-1 オープン庫内温度のバラツキ試験
スチームコンベクションオープン (コンボ・フレンド・ミニ CF-4.3M; FMI社製) 庫内6ヶ所 (LB:左側奥, LF:左前部, CB:中央奥, RB:右側奥, RF:右前部, D:ディスプレイ式オープン内蔵温度計) にセンサ

ー（熱伝対；チノー社製）を設置し、加熱温度 185℃にセットして実験に供した。オープン庫内の温度測定は、データコレクター DC100（横川電気社製）を用いて計測した。

2-2ハンバーグの放置試験

100gのハンバーグ（牛挽肉使用）を作製した後、ハンバーグの中心部にセンサーを挿入して-20、5、10℃の各温度で24時間以上保存した。保存したそれぞれのハンバーグを室温に放置し、中心部の温度変化を測定した。中心温度の推移は、予めハンバーグの中心部に挿入されていたセンサーのコネクター部分をデータコレクター DC100にセットして計測した。

2-3ハンバーグの焼成（加熱）試験

牛の赤身肉を用いて挽肉ベースを作製した。それに牛脂10%添加、20%添加、30%添加した脂肪分調製ハンバーグを作製した。また、対照として牛脂無添加（0%）のものも作製した。牛脂の添加、無添加それぞれのハンバーグを重量別に100g・150g・200gの3種類分けて計量して直径100mmになるように成形した。この時のそれぞれのハンバーグの厚さは10mm、15mm、20mmになるよう調製した。保存温度は、-20℃、5℃、10℃とし、それぞれを24時間以上保存してから実験に供した。焼成には、スチームコンベクションオープン（コンボ・フレンド・ミニ CF-4.3M；FMI社製）を用いた。オープンの焼成温度は、185℃熱風調理に設定した。各条件のハンバーグの中心部にセンサー（チノー社製）を挿入し、焼成中の温度変化の計測は、データコレクター DC100を用いた。また、焼成に際し、庫内温度が異なることが予想されたため、実験に用いるハンバーグは1種類2個を使用し、オープン庫内の左右2箇所にハンバーグを配置して温度計測を行った。

3. 結果および考察

3-1庫内温度のバラツキ試験

スチームコンベクションオープン庫内6ヶ所（LB：左側奥、LF：左前部、CB：中央奥、RB：右側奥、RF：右前部、D：ディスプレイ式オープン内蔵温度計）にセンサーを設置し、加熱温度185℃にセットしてオープン庫内温度を計測した結果、場所によって15~20℃、平均3~5℃の差が見られた。特に明確に温度差の見られた場所は、庫内に向かって左側奥（LB）が高温傾向にあり、扉付近（LF、RF）は低温傾向にあった（別添1）。こうした温度差は、温度の上昇に伴い減少していくが、設定温度付近に至った時点においても10℃以上の差が計測されたケースもあった（別添1）。また、オープンに内蔵されたセンサーの表示と実測値にも違いが確認された。内蔵のセンサー（D）は測定値よりも高温時では低く、低温時では高く表示され、平均5~10℃の差が認められ、また、設定温度に達してからも10℃以上の差が確認された。

こうした庫内の温度差が実際の加熱所要時間に大きく影響するとは考え難いが、所要時間がばらつく一因であることは否定できない。また、美味しさを追求するために加熱温度を下げた場合には、置く場所によっては病原菌が生残する可能性もあると考えられた。オープンに内蔵されたセンサーの計測値と実測値の結果に差が確認されたことから、調理に際しこのようなオープンを使用する場合には少なくとも内蔵されたセンサーの計測値と実測値を明らかにした後、内蔵されたセンサーを用いる場合には温度補正を行い、正確な温度を予め確認しておく必要があると考える。

なお、参考までにオープン機能にスチームをプラス（スチームコンベクションオープンの機能）して行った場合の庫内温度は、バラツキが少なく安定に推移した。したがって、味、風味、食感などが変わらない場合は、スチームコンベクションオープン機能の使用を薦めたい。

3-2ハンバーグの室温放置試験

ハンバーグの中心部にセンサーを挿入して -20, 5, 10℃の各温度で 24 時間以上保存した後、それぞれのハンバーグを室温 (24~26℃) に放置し、中心部の温度推移を計測した結果、5℃, 10℃の冷蔵保存されたハンバーグの室温放置における温度の推移はほぼ同様であり、放置後 1 時間で 17~20℃に上昇した。その後も徐々に上昇を続け、3 時間後には 23~25℃に達した。-20℃の冷凍保存されたハンバーグは 0℃に達するまでは 2~2.5 時間を要したが、解凍後は 30~40 分間に 12.8~15.8℃と急激に上昇し、その後は冷蔵保存と同様に推移した (別添 2)。

100g のハンバーグを室温で放置した場合、保存温度が 10℃であれば 50 分前後、5℃であれば 1.2 時間後には細菌の増殖が可能となる 20℃に達することが分かった。また、保存温度が -20℃の場合は、2~2.5 時間ほどで解凍され、解凍後の品温の上昇は冷蔵したハンバーグよりも急激に上昇する傾向を示した。この現象は、解凍水 (ドリップ) が中心部までしみ込むために熱伝導が速くなるためと考えられた。

3-3 ハンバーグの焼成 (加熱) 試験

牛の赤身肉の挽肉ベースにして、それに牛脂 10%, 20%, 30% を添加した脂肪分調製ハンバーグを作製し、それぞれのハンバーグを重量別 (100g・150g・200g) に 3 種類に区分けし、直径 100mm になるよう成形した。それぞれのハンバーグにセンサーを挿入後、-20℃, 5℃, 10℃に 24 時間以上保存した後、スチームコンベクションオープンを用いて 185℃の熱風で焼成した。その内訳は、重量別 3 通り、脂肪分添加別 4 通り、保存温度別 3 通りの合計 36 通りの条件で焼成試験を行った。その結果、ハンバーグの加熱時間は、重量と保存状態が冷凍であるか、冷蔵であるかに左右され、脂肪分量には大きく影響されないことが明らかになった。また、同一条件であっても焼成ごとに、加熱所要時間に若干の違いがみられ、中心温度が 75℃・

1 分に達するまでの時間が 5 分を超える違いが生じたり、また、オープン内での配置によってもばらつきが見られた。脂肪分については、脂肪の添加量の多い方が早く加熱条件を充たす傾向にあったが、一定の結果は得られず、加熱所用時間のばらつきも大きくなる傾向がみられた (別添 3~5)。

冷蔵された 100g のハンバーグは冷蔵温度 (5℃と 10℃) に関わらず、10 分前後で 75℃・1 分以上の加熱条件を充たした。150g では 15 分、200g では 20 分前後であった。冷凍の場合は 100g で 15 分、150g で 23 分、200g では 30 分で加熱条件を充たした。これらの結果から、ハンバーグの加熱所用時間は重量に正比例することが示唆され、重量に対して冷蔵の場合は 0.1、冷凍の場合は 0.15 を乗じることで、所用時間の目安を算出することが出来ると考えられた。しかし、この結果は加熱所用時間を平均して得た数値であり、試験を重ねるなかでこれらの算出結果と一致しない場合も見られている。こうしたばらつきの原因は不明であるが、オープンそのものの性能によるところが大きいと考えられた。

重量別ハンバーグの到達温度と所用時間の平均を算出し、グラフを作成すると、冷凍のハンバーグも 0℃に達した後は冷蔵のハンバーグとほぼ同様の線を書いて推移することが確認された。その際、升温し難い箇所 (コールドポイント?) に置かれた場合の結果も合わせたところ、焼成時間からハンバーグの平均的な温度と、升温し難い箇所に置かれたハンバーグの温度を推定することができた。いくつかのハンバーグを同時に加熱した場合、平均的な温度が 75℃に達したとき、重量に関わらず、冷蔵では 72℃前後、冷凍では 70℃前後のハンバーグが存在する可能性があると推測できた。

オープン庫内のどの位置が升温し難いかは、焼成するたびに異なる結果を得た。この現象は、今回は熱風で焼成したため、調理品そのものが障害物となって対流の方向を変えてしまうた

めと推察され、調整は困難であると考えられる。また、機種による違いも予想されるため、使用しているオープンの特徴（弱点）を熟知しておくことが必要と考えられた。

4. 結論

オープンを用いて加熱調理する際の庫内温度のばらつきや、製品の違い（大きさ、脂肪分の割合および保存温度の違い）による中心温度の推移と病原菌の加熱殺菌条件（75℃・1分間）との関係および製品の室温放置による製品の温度上昇係わる放置温度と時間の関係を明らかにすることを目的に実験を行い、以下の結論を得た。

- ①庫内温度のバラツキを調べたところ、場所によっては15～20℃の違いが見られた。
- ②保存温度の異なるハンバーグを室温に放置したところ、冷蔵保存（5℃、10℃）されたものの中心温度の推移はほぼ同様であり、放置後1時間で17～20℃に上昇し、3時間後には23～25℃に達した。冷凍保存（-20℃）されたものは2～2.5時間ほどで解凍され、解凍後の品温の上昇は冷蔵したハンバーグよりも急激に上昇する傾向を示した。
- ③ハンバーグの加熱時間は、重量と保存状態が冷凍であるか、冷蔵冷蔵であるかに左右

され、脂肪分量には大きく影響されないことが明らかになった。

- ④ハンバーグの加熱所用時間は、重量に正比例することが示唆され、重量に対して冷蔵の場合は0.1、冷凍の場合は0.15を乗じることで、所用時間の目安を算出することが出来ると考えられた。
- ⑤オープン庫内のどの位置が昇温し難いかは、焼成するたびに異なるため不明であるが、機種による違いも予想されるため、使用しているオープンの特徴（弱点）を熟知しておくことが必要と考えられた。