

Rotary Mower의 製作과 그 利用에 關한 研究

A Study on the Design of Rotary Mower and Its Utilization.

崔 圭 洪
Kyu Hong Choi

Summary

Since the most of Korean dairy and cattle raising farms are too small to introduce western mechanized farming, it is necessary to develop small size equipments. This study has been carried to develop a rotary mower as an attachment of 8 to 10 horse powertiller which is widely spread in rural area. It will not only be helpful for the farmers to harvesting hay grass but also desirable to increase the power tiller utility.

The proto type rotary mower designed through the fundamental investigations, has been modified and improved through the field trials, and a series of field tests has been carried to investigate its performance and economic feasibility comparing with existing available harvesting equipments.

The results are as follows;

1. To increase the stability, two guide wheels are attached to both side of the proto type rotary mower.
2. To prevent the clinging of tall grasses, the vertical driving shafts are covered with cylindrical protectors.
3. The cutting height is adjustable in 8 steps from 2.5 to 20 centimeters by changing the length of guide wheel legs.
4. The practical Critical cutting speed were always higher than theoretical value in both case of single cutting blade and three when the cutting depth was 25 millimeter.
5. The peripheral speed of cutting blade was varied in response to the change of engine speed, mean while the peripheral speed was adequate as it was changed from 25 to 35 meter per second when the power tiller is operated in proper working ground speed.

6. The time requirement to harvest 10 a were 88.7, 54.6 and 41.4 minutes for the first, second and third stage of ground speed respectively, and because of the difficulty of delivery, it was observed that operating with fourth stage of ground speed was not recomanendable when the grass height is taller than 90 centimeters.
7. The performance of rotary mower were 1.1-1.7, 1.4-4.0, 3.8-11.8 and 7.4-22.0 times of reciprocating mower, portable disc type cutter, hay scythe and ordinary sickle respectively.
8. When the slope exceeds, 20 degree the downward harvesting operation was impossible because of the excessive front end weight, while less than 5 degree of land slope did not effect in field operation.
9. Increased traveling spee caused higher cutting height and slight cutting failure, but seems not to effect to the gross yield, and the efficiency of cutting width were from 83 to 94 percent.
10. The rank of economy were rotary mower (3,2 stage operation), reciprocating mower, hay scythe, portable disc type cutter and sickle in order when the annul operation exceeds 100 hours.

From the above results, it is convinced that the protto type rotary mower is good enough to the livestock farmers as a hay harvesting equipment because of its economy, hardiness in operating and its out standing performance and hopefully it will contribute to the extension of Korean livestock farming.

I. 緒 論

國家의 經濟成長과 더불어 食生活의 改善에 따라 畜産物의 需要는 急增하고 있으며 지금까지 主穀生産의 營農形態도 漸次 多角的 經營으로 發展하여 가고 있다.

1960年代 後半期以後 政府의 積極인 畜産振興 施策에 따라 中小家畜을 中心으로한 小規模의 畜産 兼農業이 發達하기 始作하였으며, 이어서 歐美各國 으로 부터 乳牛, 肉牛等 大家畜을 導入하면서 酪農 農家와 牧畜兼業農家가 增加하는 段階에 이르렀던 것이다.

이와 같이 우리나라의 酪農, 牧畜業이 發展擴大 해감에 따라 草地擴張事業 및 草地改良事業은 漸次 規模가 커져갈 것이 豫想되며, 이의 効率的 管理를 爲해서는 性能이 좋은 作業機의 導入이 切實히 要求된다. 現在 우리나라의 酪農, 牧畜業은 그들 家畜에 對한 飼料問題가 어려운 고비에 逢着하였으며 飼料自給의 認識度가 높아져가고 있으며 機械化問題가 크게 臺頭되고 있다.

牧畜業이 일찍부터 發達한 歐美先進國에서는 이 리 1822年 Ogle (7) (8) (11) (20)이 Reaping Machine을

만들었고, 1833년에 Hussey (7) (8) (11) (20)는 禾穀類도 收穫할 수 있는 折衷型 牧草刈取機를 만들어 使用하였고 1847年最初 Mower를 만들어 使用함으로써 當時 牧畜業의 큰 發展을 가져오게 하였다.

이와 같이 發達하기 始作한지 不過 40년이 지난 1860年代에는 草刈機로서 實用化되었고, 美國이나 歐羅巴에서는 現在 作業能率이 높은 大型 Tractor用 Mower가 一般化하였으며, 가까운 日本만 하더라도 畜力用 Mower를 使用하던 段階를 벗어나 1964年頃부터 多様な 作業機를 改良製作하여 作業條件에 따라 型式, 크기, 機構가 다른 機種을 選擇하여 收穫作業을 機械化하고 있으며, 牧草地가 廣活한 地域에서는 이미 歐美와 같은 大型機械化가 이루어지고 있다.

現 우리나라는 19° 이하의 傾斜地面積은 151,700ha 인데 1972末現在 草地造成實績은 54,697ha (10)로 廣活한 牧草地가 없는 小規模의 牧畜農家에서는 大型機械의 利用 適應性이 制限되며 一部 大規模의 牧場을 除外하고는 大部分 收穫作業이 人力에 依存하고 있다. 따라서 우리나라와 같이 草地面積이 狹소한 小規模牧畜業에 經濟的이며 作業性能이 높은 牧草刈取機를 開發利用한다는 것은 우리나라 畜産業 發展은 勿論, 飼料 生産面에서도 極히 重要한 課題

라 아니할 수 없다.

따라서 著者は 이와 같은 重要한 課題를 究明하기 위하여 1974年末 現在 6萬餘臺가 普及된 動力耕 耘機를 動力源으로 利用할 수 있는 動力耕 耘機用 Rotary mower를 設計製作하여 Rotary mower의 特性과 走行速度에 따른 適正回轉數 關係를 究明하였고 小型牧草刈取機들과 圃場性能對比實驗을 實施하여 作業能率, 作業程度, 收穫量, 傾斜地에서의 利用度 및 圃場狀態에 따른 適應度를 調査分析하고 實用時의 經濟性을 分析하여 現在 非能率的인 人力用 器具에 依한 牧草收穫作業을 動力耕 耘機用 Rotary mower로 機械化시킴으로써 牧草生産의 省力化를 圖謀하여 小規模 畜産農家의 漸進的인 大型化를 推進하고, 經營의 合理化를 꾀함으로써 畜産振興에 寄與하기 爲하여 本研究를 試圖하게 되었다.

끝으로 本論文作成에 있어서 始終 指導鞭撻하여 주신 農工利用 研究所長 韓成金 博士님과 金聲來 博士님께 衷心으로 感謝하며 많은 助言과 協助를 하여 주신 建國大學校 여러 教授님께 感謝를 드립니다. 또한 圃場試驗, 資料處理, 圖面作成 등을 도와 준 農工利用 研究所의 김 흥운, 주 경노 등 여러분들의 勞苦에 對하여 謝意를 표합니다.

II. 研究 史

이제까지 本研究와 關聯된 研究內容을 調査해 보면 Mower가 實用化 된것은 禾穀類 刈取機에 比해서 그 歷史가 짧으며 最初 草刈機로 發達하여 왔다 기 보다는 禾穀類 刈取로 發達하였으며^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)} 19世紀初期에 와서 折衷型이 나왔다. 20)

1822年 Ogle^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}의 刈取機(Reaping machine) 및 1833年 Hussey^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}의 刈取機는 이 折衷型으로 若干 調整하면 牧草 刈取作業도 禾穀類 刈取作業도 可能하게 되었다.

禾穀類 刈取機와 確實히 區別되는 Mower를 最初로 만든 사람은 William F. Ketchum,^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}으로 1847年이었으며 Frame의 構造는 現在の 往復式 Mower와 類似하고 刈取날은 無限連鎖(Endless Chain)를 使用하였다.

Cyrenus Wheeler^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1854)는 그 當時의 機械를 綜合해서 2개의 車輛과 그에 連接한 Bar를 使用하였으며 이 方法은 오늘날에도 利用되고 있다.

Cornelius Oultman^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}과 Lewis Miller^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1856)는 切斷날이 움직이는 사이에 折衷裝置를 올리는 機構(Ratchet Pinion) 등을 새로이 考察하여 1858년에

草刈機 製作을 完成하였고, 같은해 Ball^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}은 이 草刈機를 改良하여 오늘날의 草刈機로 내놓았다.

Mcclelland^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1958) 등은 Mower날의 性能에 影響되는 몇가지 設計要因에 關하여 研究한 바 있으며 Johnston^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1919)은 Mower의 作用力에 對한 研究를 하였으며 Hephherd^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1959) 등은 Forage harvester에 關한 比較實驗을 實施한 바 있고 Klie nner^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1961)는 Flail type forage harvester와 乾草製造에 關한 試驗을 하였으며 Litherland^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1969) 등은 Rotary mower에 있어서 切斷날에 關한 比較試驗을 한 바 있다.

澤村^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1962) 등은 大型 Tractor에 依한 牧草의 簡易壓傷乾燥試驗을 하였고 松山^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1963) 등은 大型 Tractor에 依한 牧草收穫製造作業에 關한 試驗에서 機械에 依한 大規模生産方式을 檢討하였으며 Mower, hay conditioner, Baler 등의 作業機能率 調査 및 作業體系의 特徵을 報告한 바 있고 中村^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1966)는 Flail type forage harvester의 汎用性에 關하여 研究 報告한 中 牧草生産에 機械를 使用하므로써 牧草製造의 省力 機械化, 良質의 乾草確保, 處理期間의 短縮으로 高位生産을 期待할 수 있다고 論했으며 刈取作業에서는 Mower에 比하여 Forage harvester는 29.3%, 乾草作業에서는 28.6%의 勞動時間을 節減할 수 있다고 하였으며 그 理由는 作業의 單純化와 回數의 減少에 依한 것이라고 報告하였다.

松居^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1966) 등은 Flail mower의 性能에 關한 研究를 하였고 Flail軸 回轉速度와 刈取長, 刈取高와의 關係에서 軸의 回轉速度가 빠르면 刈取長 및 刈取高와의 關係에서 軸의 回轉이 700~900RPM일 때 刈取長이 가장 길다고 報告 하였다.

山脇^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1966) 등은 Tractor Rotary Cutter의 傾斜地刈取性能에 關한 研究를 遂行하여 Tractor Rotary Cutter의 山傾斜地에 있어서 實際 刈取時 動力効率 및 刈取性能에 對하여 調査研究한 바 있으며 我妻^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1967) 등은 Cylinder type 및 Flail type forage Harvester의 性能試驗을 한바 Cylinder type는 時間當 處理面積이 36.5a인데 反하여 Flail type는 40.1a로서 前者보다 後者が 處理面積도 많을 뿐만 아니라 牧草損失도 Flail type가 훨씬 輕微하다고 보고 하였다.

酬井^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1969) 등 많은 사람이 刈取高가 收量에 미치는 影響에 關하여 報告한 바^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)} 있으나, 試驗結果는 多樣하여 一定한 傾向을 찾을 수 없었다.

中川^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)}(1969) 등은 傾斜地에 있어서 乾草製造作

業에 관한 試驗을 한바 Flail mower와 Reciprocating mower 및 Hay Conditioner 등으로 草種 및刈取機種의 差가 牧草의 乾燥速度에 미치는 影響을 調查報告하였고 松山²⁸⁾(1971) 등은 Rotary mower의 作業性能에 관한 研究에서 主로 60ps, 일부 45.5ps의 tractor를 使用하여 作業을 遂行하였던바 Rotary mower의 最大切斷限界作業速度는 drum이 두개일때 4.9m/sec, drum이 4개일때 6.5m/sec로 高速作業限界測定値와 近似하나 一般으로 作業限界는 3~4m/sec, 라고 밝혔다. 또 作業性能에서 刈取率은 90~95%이고 Reciprocating mower에서와 같이 牧草가 날 사이에 끼이는 일이 없으며 刈取幅 1.6m의 4連 Disc type으로 約 3~5m/sec의 作業速度로 하여 1.2~2.1ha/hr의 圃場作業能率을 얻었다.

그리고 松山²⁸⁾ (1971) 등은 牧草刈取에 있어서 Rotary mower의 作業性能과 그 利用法에서 Rotary mower는 作業性能이 높으므로 高速度 作業에 對한 熟練이 重要하다고 報告하였으며 傾斜地와 Rotary mower의 作業速度와의 關係를 調查한바 作業方向의 傾斜 10~11°의 部分에서는 3.0~3.5m/sec, 18°~20°의 傾斜를 갖는 圃場에서는 2.1~2.2m/sec의 作業이 可能하며 圃場作業 效率은 84~93%로 作業性能이 優秀하였다고 報告되었다.

小泉²⁹⁾ (1971) 등은 携帶用草刈機(Portable Rotary Cutter)에 對한 固有振動數에 관한 計算研究를 한바 있으며, 北海道農業試驗場⁴⁰⁾ (1971)은 草地幣農型 飼料生産技術體系에서 從來 使用하여 왔던 Reciprocating mower는 날 사이에 牧草가 끼워지기 때문에 作業을 停止하는 時間도 많고, 作業能率도 低下되는 경우가 많으나 Flail type mower나 Rotary type mower는 回轉式 刈取構造이므로 牧草가 날에 끼워지는 일은 없을 뿐 아니라 作業이나 管理도 容易하고, 作業能率도 顯著하게 높았다고 報告하였고, 中川⁴¹⁾ (1971) 등은 耐傾斜性能에 관한 試驗에서 傾斜地의 作業限界를 究明하였으며 傾斜地에서의 乾燥調製方法에 관한 試驗에서 機種別乾燥速度를 調查報告한바 있다. Suggs²⁷⁾ (1972) 등은 Rotary Cutter의 自動制御裝置에 관한 研究를 遂行한 바 있고, 山田²²⁾ (1973) 등은 平坦地 및 傾斜地 牧野에 있어서 Forage Harvester의 性能에 관한 研究에서 牧草刈取作業能率은 等高線 作業時에 比해서 斜面上昇時는 73%로 떨어 지는데 反하여 下降作業時 149%로 增大하여 兩者가 相互(相殺)되므로 平坦地와 거의 差가 없는 것으로 報告하였고, 松山²⁷⁾ (19

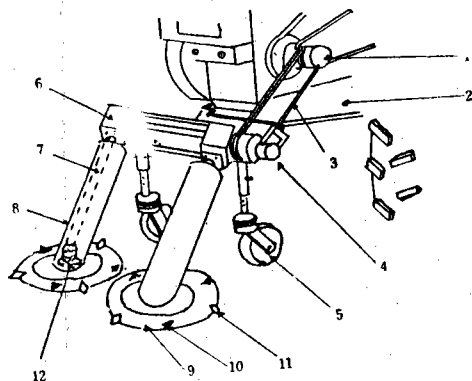
73)는 各種 Mower別 作業能率을 調查한바 Reciprocating mower에 比하여 Rotary mower가 作業能率이 높았다고 報告한 바 있다.

以上과 같이 外國에서는 여러가지 種類의 Mower에 對한 各種實驗研究가 遂行되었으나 우리나라에서는 Mower에 對한 實驗研究報告는 없다.

Ⅲ. 材料 및 方法

1. 試作機 裝作

가. 試作機의 構造



- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. Driving pulley | 2. power tiller |
| 3. V Belt | 4. Clutch |
| 5. Guide wheel | 6. Gear box |
| 7. shaft | 8. shield |
| 9. Disc plate | 10. Discharger |
| 11. Cutting blade | 12. Gear box |

Fig. 1. Schematic drawing of prototype rotary mower

나. 試作機의 設計概要

1) 概要

本 實驗에서 製作된 試作機는 動力耕耘機에 附着시키기 위하여 다음과 같은 點들을 設計上基本으로 하였다.

① Mower의 動力은 8ps 動力耕耘機 Engine을 利用하였다.

② 動力耕耘機의 前部分에 Mower를 附着시켰다.

③ Clutch는 V Puley에 摩擦 Clutch를 裝置하였다.

④ 機體重量의 均衡을 갖기 위하여 Mower重量을 最少한 積게하고 耕耘機 前端的 重量과 함께 支持輪으로 支持케 하였다.

⑤ Mower의 刈取幅은 動力耕耘機의 車輪幅을 勒

案하여 設計하였다.

以上과 같은 點들을 Mower設計時 基本으로 하여 圓板날의 回轉數를 900~1,900RPM으로하여 圓板날(刈取날)의 周速度를 20~40m/sec로 되도록 物板부와 動力傳達部の 計設을 다음과 같이하였다.

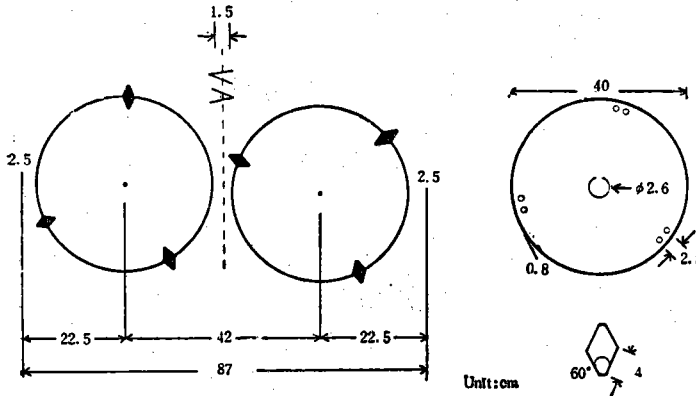


Fig. 2. Layout of Rotating disc

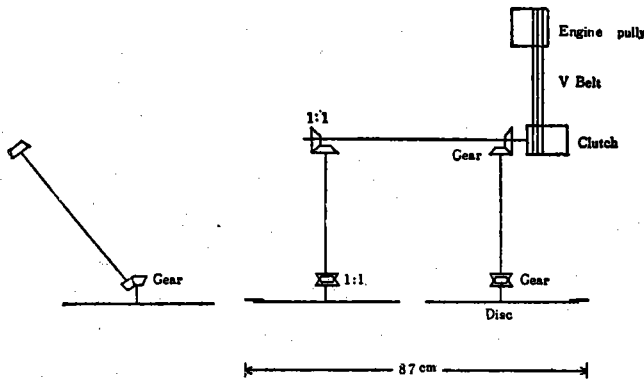
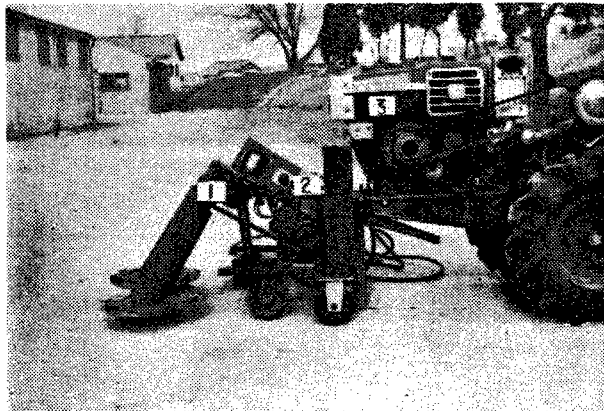


Fig. 3. Power transmission of Rotary mower

取切斷率을 調査하였다.

當時 牧草生育狀態는 Table-1과 같으며 作物刈取高는 Orchard grass는 7~8cm Red Clover에서는 2.5~5cm로 實驗하였다.

刈取날의 周速度는 變速 Motor의 回轉數로 調定하였으며 走行速度는 實驗裝置의 後部에서 耕耘機로 變換 走行速度를 1速, 2速, 3速으로 變更시켜가 면서 實驗하였다.



1. Mower 2. Motor 3. Power tiller
Fig. 4. Variable speed motor mounted testing model

다.

2) 圓板部

耕耘機 車輪幅調整間隔은 60~100cm인데 作業上 便利한 87cm를 刈取幅으로 하였다.

이는 圃場의 中央을 通過할때 耕耘機車輪에 作圓이 닿지 않도록 하였고 回行으로 作業할시 車輪에 닿지 않도록 한 것이다.

3) 動力傳達部

刈取날의 周速度는 禾穀類 刈取機를 基準으로 하여 20m/sec~30m/sec를 定하고 刈取날의 長이가 2.5cm로 하여 圓板直徑을 40cm로 하였으며 回轉數를 1,000~1,899 RPM으로 設計하였고 耕耘機Engine의 回轉數가 1,200~1,800RPM에서 作業하도록 設計하였다.

다. 切斷 基礎實驗

試作機 刈取날의 周速度 實驗을 實施하여 實作業上, 適正周速度를 究明하기 위하여 Rotary mower를 Fig-4와 같이 機臺에 裝着시켜 놓고 機臺위에 變速 Motor를 設置하여 Motor와 試作機를 V Belt로 連結하였다.

1973年에 上記實驗裝置를 利用하여 畜産試驗場 水原市梧木川洞) 牧草圃場에서 牧草 Orchard grass와 Red Clover에 對하여 刈取날의 周速度別 走行速度別로 刈

Table 1. Conditions of Sample grasses

Items Variety	Date of seeding	Seeding method	Harvested in	Density (ea/100cm ²)	Slope	Remarks (Grass height) (cm)
Orchard Grass	Apr. Sept	Broad-casting	May June July Aug.	100~150	0°~20°	70~80
Red Clover	"	"	"	15~25	0°~20	30~40

2. 材料 및 方法

가. 實驗材料

本 實驗의 供試機는 이미 製作한 試作機(動力耕
轉機用 Rotary mower)의 圃場 刈取性能을 測定하

고자 現在 國內에서 利用하고 있는 몇가지 牧草刈
取機와 刈取性能을 比較檢討하기 爲하여 다음과 같
은 供試機를 使用하였다.

1) 實驗圃場

① 實驗場 區別

Table 2. Dimensions of testing plots

Models Types of test	Rotary mower	Recipro mower	Portable disc type cutter	Hay Scythe	Sickle
Out put	30m×10m	10m×10m	10m×10m	10m×10m	10m×10m
Check of yield	2×2	2×2	2×2	2×2	2×2
Cutting height	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1
Cutting miss	10×10	10×10	10×10	10×10	10×10

② 實驗圃場 狀態

Table 3. Slope of testing plots

Slope	0°~5° ha	5°~10° ha	10°~15° ha	15°~20° ha
Variety				
Orchard grass	5	3	2	1
Clover	1	1	1	1



Fig. 5. Prototype Rotary mower

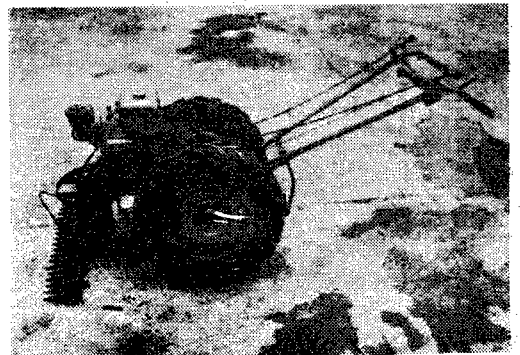


Fig. 6. Reciprocating mower.

Table 4. Dimension of Rotary mower (Prototype)

Type	Main Body				Disc			Power Transmission		
	Length	Width	Height	Weight	No.	Diam-eter	No. of cutter	Belt	Clutch	Gear ratio
Disc	74cm	87cm	52cm	46kg	2개	38cm	6개	Double V Belt	Friction Type	1 : 1

Table 5. Dimension of Reciprocating mower

Type	Main Body				Cutter Bar		power Transmission.	
	Length	Width	Height	Weight	No. of Blades	Cutting Width	Belt	Clutch
Reciprocating mower	50.05cm	87cm	39cm	31kg	16	82cm	V Type	Friction Type

Table 6. Dimension of Portable disc type cutter

Type	Engine				Cutting Device			Disc
	Length	Width	Height	Weight	Length	Type	Weight	Diameter
Portable disc type cutter	37cm	50cm	49cm	11kg	35.5cm	Lever type	4kg	13.5cm

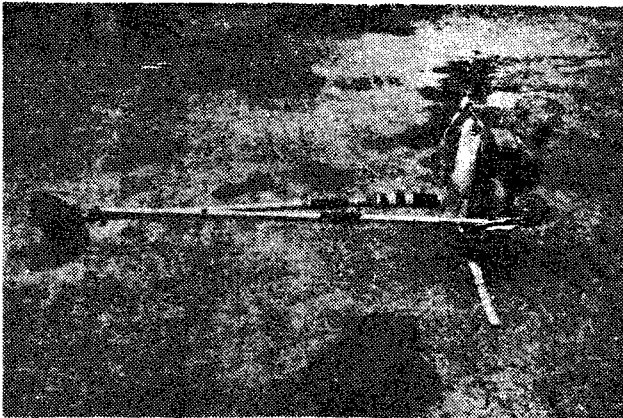


Fig. 7. Portable disc type cutter



Fig. 8. Hay scythe and sickle

Table 7. Dimension of Hay scythe

Scythe	Blade			Handle			
	Length	Width	Hardness	Length	Diameter	Type	Weight
1	50.05cm	4.6cm	80H.S	105	3.4	Circular	1.650kg

Table 8. Dimension of Sickle

Blade			Handle		
Length	Width	Hardness	Material	Diameter	Length
23cm	3.5cm	80H.S	Wood	2.8cm	28cm

實驗에 使用된 供試作物은 飼料作物로서 禾本科 牧草中 Orchard grass와 豆科牧草中 Red clover를

使用하였으며 이들 供試作物의 生育狀態는 다음 Table-9와 같다.

Table 9. Conditions of Sample Grasses

Variety	Items	Date of seeding	Seeding method	Harvested in	Density (ea/100cm ²)	Slope	Remarks (Grass height)
Orchard grass		Apr.	Broad-casting	May	100~150	0°~20°	30, 60, 90, cm 120, 150
		Sept.		June			
				July			
Red clover		"	"	Aug.	15~25	0~10°	30, 60, cm
				"			

實驗圃場은 水原市梧木川洞 所在 畜産試驗場의 草地를 利用하였으며 이 草地는 野山을 開墾하여 5年次 繼續 牧草를 栽培한 地帶로서 平坦地와 傾斜地가 高르게 分布되어 있다.

圃場의 土質은 重粘土로서 溪谷部는 若干 岩石이 露出된 곳도 있어 作業에 障隘를 받는 경우도 있었다.

實驗圃場의 區劃은 Table-2와 같이 供試機 處理別로 크기를 달리하였으며 圃場狀態는 Table-3와 같았다.

나. 實驗方法

供試機別 圃場刈取作業實驗을 遂行하기 爲하여 各 供試機別로 25歲前後의 成人을 作業人으로 定하여 3日以上 各各 作業熟練을 시킨後 刈取作業에 臨하였다. 作業所要時間 測定時 作業中斷時間은 除外하였다.

刈取作業이 끝난 實驗區에서 各區 9等分하여 等分된 區域中 任意의 3個區를 定하여 刈取精度를 調査하였다.

刈取收量調査에서는 作況이 均一한 區內에서 供試機別로 刈取한 收量을 測定하였다.

다. 調査方法

1) 圃場刈取作業能率實驗에서는 供試機別로 草種, 草長, 作業速度, 傾斜度別로 刈取作業所要時間을 測定하였다.

2) 刈取作業精度調査는 刈取作業時의 實刈幅, 刈取高, 刈取損失, 未刈取殘量等을 各各 調査하였다.

3) 刈取收量調査는 2m×2m區劃을 만들어 各各 供試機別로 刈取하여 草種別, 作業速度別로 各各 測定하였다.

4) 各 供試機別 經濟性을 對比檢討하기 爲하여 日本 刈取機 經濟性分析方法에 準하였으며²⁸⁾ 機械購入費는 推定價格 또는 購入時 農民負擔價格으로 하

였고 機械耐用年限과 燃料消耗量은 農業機械年鑑²⁹⁾ (1972)에서 주어진 값을 利用하여 經濟性 分析을 爲한 年間 使用時間假定을 하였다.

IV. 實驗結果 및 考察

實驗結果를 製作과 利用面으로 區分考察하고자 한다.

1. Rotary mower의 製作

① 動力耕耘機의 Engine 主軸으로부터 動力을 傳達하는 Pulley가 裝置되었으며, 이 Pulley는 動力傳達와 同時에 Mower에 動力을 斷續시키는 Clutch로 되어 있음이 다른 點이다.

② 同筒軸下端 Bevel gear에 連結한 垂直軸끝에 回轉圓板을 固定시켜 圓板이 內側으로 回轉하여(左右圓板은 反對方向)切斷된 牧草를 中央으로 集中되게 하였다.

③ 動力耕耘機의 各種 作業機는 耕耘機의 後部에 裝着되어 Balance를 이루게 되어있으나 Rotary mower는 動力耕耘機의 앞에 裝着하므로 荷重이 앞部分에 集中되어 Balance 維持가 困難하므로, 앞部分에 集中되는 荷重을 支持하기 爲하여 Rotary mower의 Frame兩側에 二個의 支持輪을 달아 機體의 安全性을 維持하였다.

④ Rotary mower의 回轉軸에 Cover가 없을때 草長 50cm 未滿에서는 刈取作業이 잘 되나 그 以上의 草長에서는 回轉軸에 牧草가 걸리어 刈取作業이 不可能하므로 直徑 15cm의 圓筒으로 回轉軸을 Cover하여 切斷된 牧草가 軸에 걸리는 것을 防止하였다.

⑤ 刈取高는 支持輪軸의 길이에 依하여 調整하게

하였다.

위의 製作結果를 考察할때 日本北海道農業試驗報告書¹¹⁾ (1971)에서도 Tractor用 Mower刈取試驗에서 Rotary mower는 Reciprocating mower에 比해서 作業能率이나 取扱 및 作業 精度面에서 經濟的으로도 充分히 利用할 價値가 있다고 報告되었듯이 本實驗에서 製作한 Rotary mower도 利用面에서 實用性이 있다고 認定된다.

2. Rotary mower 刈取날 適正回轉數

試作機 刈取날의 刈取適正可能限界周速度를 찾기 爲하여 刈取날의 周速度를 變化시켜 가면서 牧草 (Orchard grass) 切斷實驗을 實施하였으며 走行速度와 刈取날의 周速度와의 理論關係는 江崎⁸⁾의 다음 式으로 算出하였고,

$$W = \frac{\pi D}{V} \times u \times \frac{1}{Z} = \frac{u}{nz}$$

W : Max. Cutting depth

D : Diameter of Cutting blade

n : RPM of Cutting blade

u : Traveling speed

V : Cutting speed of blade

Z : No. of Cutting blade

※u : W × RPM / 60 × Z

이 式에 依하여 調査한 結果 圓板 1回轉時 刈取날의 切取 깊이를 25mm로 하였을 경우 理論値와 切斷基礎實驗結果는 Fig-9와 같다.

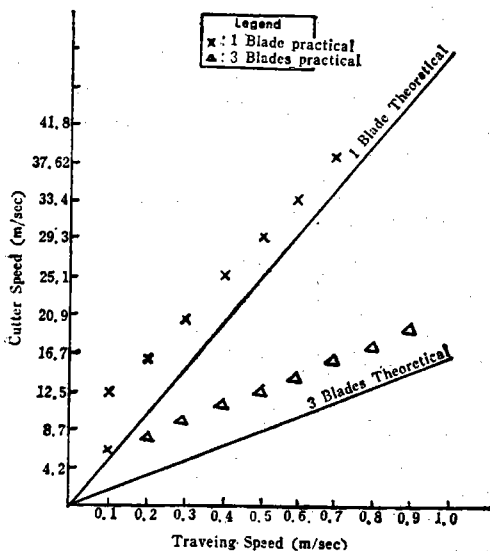


Fig. 9. Relations of Critical rotor Speed and Traveling speed.

Fig-9에서 보는 바와 같이 刈取날 1枚의 경우 0.1m/sec의 走行速度로 하면 理論上으로 刈取날의 回轉數는 230RPM (周速度 4.7m/sec)이나, 實際切斷可能回轉數는 600RPM을 要하게 되므로 이 경우는 相當히 큰 餘裕가 있어야 하며, 走行速度 0.7m/sec인 경우 刈取날의 理論回轉數는 1,670RPM (周速度 35m/sec)이나 實際作業周速度는 1,920RPM (40m/sec)으로 走行速度 0.1m/sec인 경우에 比하여 餘裕의 幅은 줄어들었다.

刈取날 3枚의 경우도 1枚의 경우와 거의 같은 傾向이 나타났으며 理論周速度에서는 刈取가 不可能하며 實際 刈取可能周速度는 理論値보다 커야하나, 刈取날의 周速度가 빠를수록 理論回轉數에 對한 餘裕는 적게되며 普通 刈取作業時作業條件, 刈取狀態 등을 감안할때 刈取날 周速度는 20m/sec以上이어야 좋을 것으로 생각된다.

動力耕耘機 엔진의 回轉數는 1,800RPM以下에서 作業하는 것이 普通이며, 牧草刈取作業時 圓板周速度를 25~35m/sec로 하면 刈取作業이 可能하므로 耕耘機 Engine 回轉數와 刈取날의 回轉數를 同一하게 取하여 實驗한 結果는 Fig-10과 같다.

Fig-10에서 動力耕耘機의 變速段數 1, 2, 3速의 作業關係를 보면 1速의 경우, 動力耕耘機의 走行速度는 0.17~0.32m/sec로 作業을 할 수 있으나 走行速度에 比하여 Engine 回轉數는 急上昇하여 970RPM에서 2,000RPM으로 된다. 여기서 走行速度를

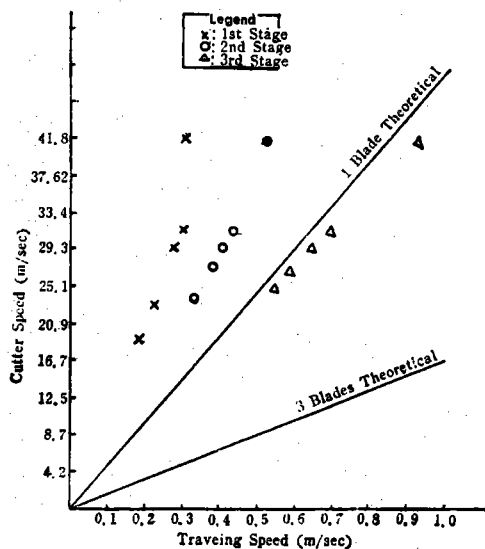


Fig. 10. Critical Cutter Speed in Accordance With Different Travelling

0.32m/sec로 할 경우 Engine의 回轉數는 1,800 RPM以上이 되므로 이런 경우는 Engine 回轉數를 낮추고 變速段數를 2速으로 올리어 作業하는 것이 能率의이므로 普通 Engine 回轉數를 1,500RPM으로 調整作業하면 1速에서 0.28m/sec, 2速에서 0.40m/sec, 3速에서 0.66m/sec의 走行速度로 作業할수 있다. 그러므로 本 Rotary mower 刈取날의 周速度는 20m/sec~40m/sec까지 調節하여 作業할 수 있다.

이에 關하여 江崎¹⁰⁾는 水稻일 경우, 刈取切斷 周速度 15~20m/sec가 바람직 하고, 牧草일 경우는 40~50m/sec로 하는것이 좋다고 하여 本 Rotary mower實驗과는 差異가 있으나 日本農業機械 Hand Book에¹¹⁾서는 Clover의 경우 切斷速度 20m/sec (950RPM), Orchard grass의 경우 30m/sec(1,430 RPM)가 適正回轉數라 指摘하였던 바 이는 本實驗 値와 거의 一致되고 있다.

3. 作業性能

供試機別, 刈取作業所要時間을 調査한 바 Fig-11 과 같다.

Fig. 11-1~4에서 보는 바와 같이 草種別 刈取 作業時間은 供試機 모두 Orchard grass에 比하여 Clover 刈取作業時間이 若干적게 所要되었다. 이는 Clover가 Orchard grass에 比하여 切斷抵抗이 弱하고, 處理圃場이 平坦地이었으므로 作業이 便利하였기 때문이라고 생각된다.

또 同一走行速度에서 草長이 길면 長수록 作業速度는 低下하는 傾向을 볼 수 있었고, Rotary mower (0.28m/sec)作業時는 10a當 平均 86.5min이 所要 되었으며 0.40m/sec에서는 54.6min, 0.66m/sec에서는 43.6min走行速度를 增加함에 따라 作業 所要 時間은 約 1/2로 短縮되었으며, 草長 90cm以上인 경우 에 1.0m/sec作業은 切斷은 可能하나 切斷된 牧草의 處理가 잘 되지 않아 實際作業이 困難하였다.

Reciprocating mower의 0.4m/sec은 Rotary mower의 0.4m/sec와 走行速度가 같으나 平均作業 時間은 顯著하게 떨어지고 있으며 0.53m/sec은 Rotary mower의 0.4m/sec보다도 作業能率은 低下 되었다. 即 圃場作業能率은 作業狀態에 따라 다르 나 Reciprocating mower는 刈幅 82cm로 作業速度 0.53m/sec의 경우 10a當 Orchard grass區에서 59.4 min, Clover區에서 55.6min의 作業時間을 要한데 反하여, Rotary mower는 刈幅 87cm, 作業速度0.4m /sec의 경우 54.6min 47.7min이 各各 所要되었다.

또 Rotary mower는 0.6m/sec 1.0m/sec로 作業 速度를 增大시킬 수 있으므로 Reciprocating mower 의 作業能率에 比하여 Rotary mower 2速作業에서 1.08~1.7倍의 能率을 나타내고 있다. 이 作業能率에 關하여 松山²⁸⁾,²⁹⁾,³⁰⁾와 横山³¹⁾는 刈幅 1.6m의 Rotary mower로 作業速度 2.6~5.1m/sec로 Tractor作業을 한 바 刈幅 2.1m의 Reciprocatingmower (作業速度 2.3~3.0m/sec)보다 1.1~2.0倍程度 作業能率이 높다고 報告된바 本 Rotary mower實驗 과 비슷한 傾向을 보이고 있다.

또 Rotary mower는 Portable disc type Cutter 와 作業時間을 比較하면 Orchard grass區에서 平均 1.4~4倍의 作業이 可能하며, 牧草 낫에 比해서는 平均 3.8~11.5倍낫에 比해서는 平均 6.7~20.2倍로 나타난다.

4. 平坦地 및 傾斜地에서의 利用度

供試機別 傾斜度에 따른 刈取作業性能을 對比調査한바, Fig. -12와 같이 나타났다.

Fig-12에서 보는 바와 같이 動力耕耘機에 1速作業에서 0°~5°의 平地作業은 10a當 약 89min이 所要되었으며, 5°~10°의 傾斜地에서는 약 95min, (10°~15°) 傾斜地에서는 약 105min, 15°~20°에서는 118min으로, 刈取作業所要時間이 增加하였고, 2速作業에서는 0°~5°의 平地作業時 10a當 약 59min 이 所要되는데 比하여 5°~10°에서는 약 63min, 10°~15° 傾斜地에서 68min, 15°~20° 傾斜地에서 약 74min으로 平坦作業에 比하여 傾斜地作業에 많은 時間을 要하였다.

이와같은 경향은 3速刈取作業에서도 同一한 現象을 나타내었고, 地形이 平地로 부터 15°~20°의 傾斜度를 增加함에 따라 10a當 作業能率의 減少경향은 1速作業에서 약 76%로 감소되며 2速作業에서는 약 80%로 減少되고 3速作業에서는 10°~15° 傾斜에서 平地보다 약 82%로 作業能率이 低下되었다.

이와같이 Rotary mower는 平地의 乾燥狀態가 좋은 곳에서는 圃場適應度가 大端히 좋았으나 土壤含水率이 높고, 地盤이 軟弱한 곳에서는 走行에 支障이 있었다.

또한 傾斜도가 增加함에 따라 10a當 作業所要時間도 增加하였으며, 走行速度를 增加할수록 刈取 作業能率의 減少傾向은 더욱 顯著하여 15°以上の 傾斜地에서는 3速刈取作業이 困難하였다.

이와같은 結果는 山田³²⁾ (1973) 등이 傾斜地의 Forage Harvester性能試驗에서 10° 傾斜地 上昇作

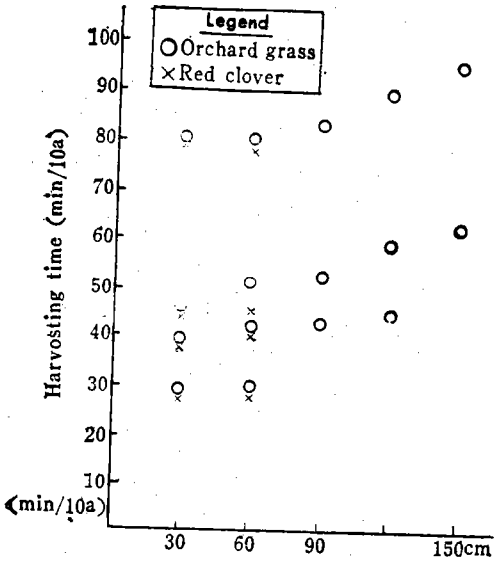


Fig 11-1 Rotary moucer

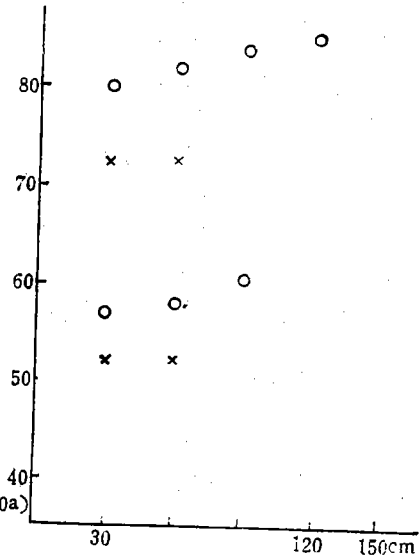


Fig 11-2 Reciprocating moucer

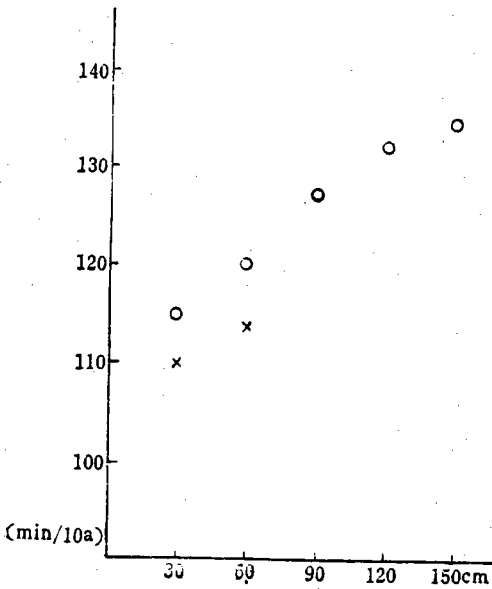


Fig 11-3 Porable disc type cutter

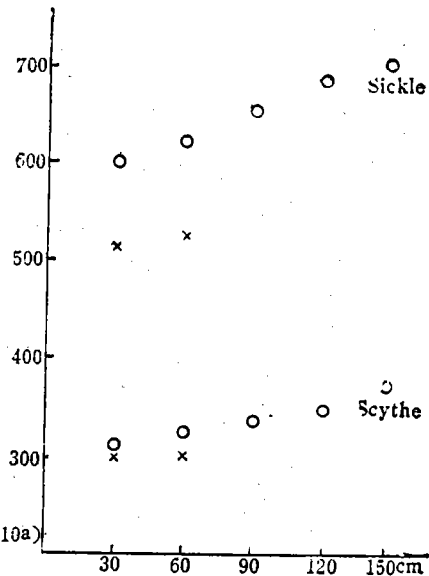


Fig 11-4 Hay Scythe and sickle

Fig. 11. Harvesting time requirement for 10a in accordance with grass height.

業時 作業能率이 73%로 減少하는 것을 보였으며, 地面의 凹凸에 關하여 特히 強調하였다. 中川^{83, 84)} 等과 崔⁸⁵⁾ 等은 Tractor에 依한 傾斜地 作業限界를 14°~19°로 報告하였고 凹凸 및 자갈이 많은 경우의 作業限界 傾斜는 17°~18°라 報告한 結果와 比較하여 볼때에 Rotary mower가 10°傾斜地에서 作

業能率이 80~90%로 같은 傾向을 나타냈다.

Fig. 12-2에서 보는 바와 같이 Reciprocating mower의 경우는 走行速度 1速作業에서는 0°~5°의 平地刈取作業時 10a당 85min, 5°~10°에서 역시 85 min, 10°~15°에서는 92min, 15°~20°에서 115min 으로 특히 15°~20° 傾斜地에서 많은 作業時間이

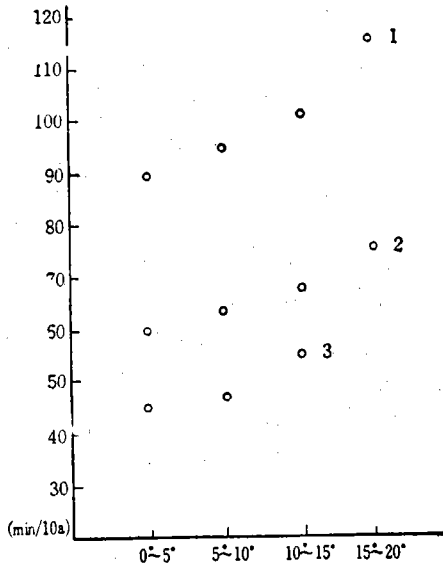


Fig 12-1 Rotary mower

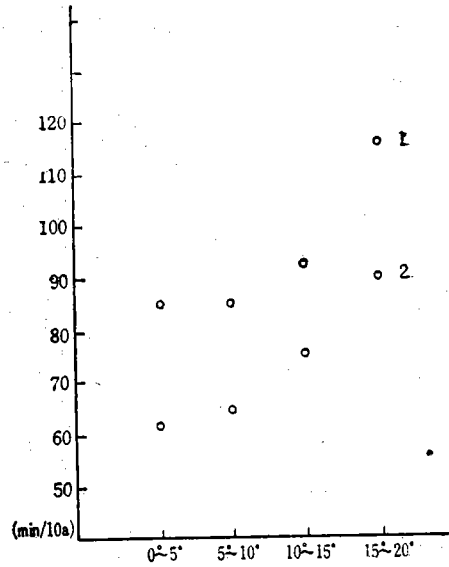


Fig 12-2. Reciprocating mower

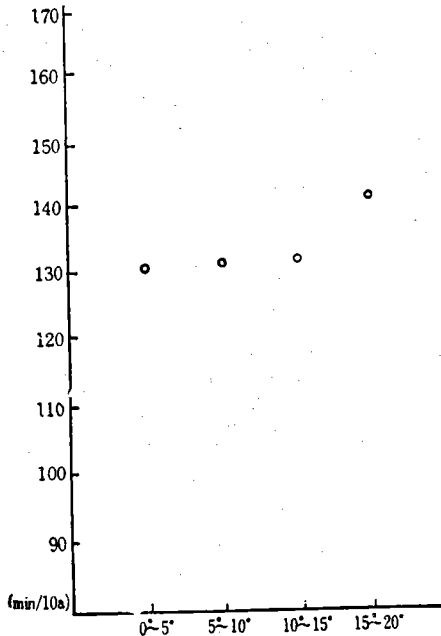


Fig 12-3. Portable disc type cutter

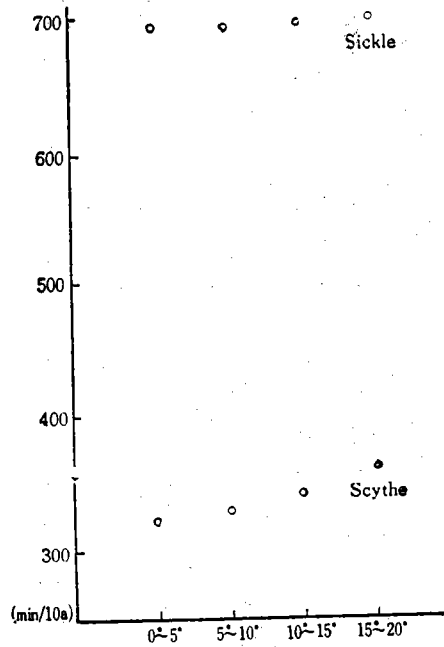


Fig 12-4. Hay scythe and sickle

Fig. 12. Performance variation in different slope of test plots

所要되었고, 2速作業에서는 0°~5°의平地作業에 61min, 5°~10° 傾斜에서는 63min, 10°~15°에서 67min, 15°~20°에서 100min으로平地作業에比하여 15°~20°의 傾斜度를增加함에 따라 1速作業에

서 約 74%로 作業能率 減少를 가져왔고 2速作業에서는 約 61%로 作業能率의 減少傾向을 가져왔다.

이는 Rotary mower의 傾斜地作業에 따른 作業能率 減少傾向과 比較하여 本래에 Recipro mower

의 傾斜地作業이 약간 有利한 것으로 나타났다.

이와 같은 結果는 Reciprocating mower의 機體 重量이 Rotary mower 보다 가벼워 運轉操作作業이 容易하였던 要因인 것으로 思料된다.

Portable disc type Cutter의 傾斜地別 作業所要 時間은 Fig. 12-3에서 나타난 바와 같이 平地作業이나 10°~15° 傾斜地作業에서 10a當 約 131min~132min.으로 거의 同一한 傾向이나 15°~20°의 傾斜地作業에서는 10a當 約 142min으로 많은 作業時間이 要하게 되었다.

이는 傾斜도가 15°~20°의 경우에서 作業人이 圓板 左右移動作業이 困難하였던 結果로 생각된다.

人力用器具의 傾斜地作業能率은 Fig. 12-4에 나타난 바와 같이 낮의 경우는 傾斜地作業이나 平地作業에 있어서 큰 差異가 없었으나 牧草낮의 경우는 0°~5°의 平地에서 350min. 15°~20°의 傾斜地作業에서 손잡이가 길고 作業時 左右 回轉作用하는 관계로 420min.이 所要되어 約 83%로 作業能率의 減少減向을 나타냈다.

5. 作業精度

刈取高, 刈幅率 및 未刈取量을 調査한 바 Fig. 13-1과 같이 나타났다.

Fig. 13-1에서 보는 바와 같이 Rotary mower,

deciprocating mower 兩者 共히 刈取高를 Orchard Grass는 7.5cm, Red Clover는 2.5cm로 調整하여 作業을 進行하였으나 作業速度를 增加함에 따라 圃場地面의 凹凸때문에 振動이 甚하여 Orchard Grass는 7.2cm로 부터 15.2cm까지 刈取高가 높아졌으며 Red Clover는 5. cm로부터 9.8cm까지 刈取高가

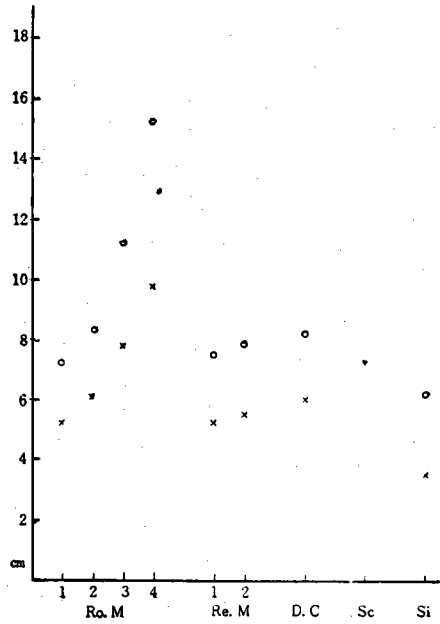


Fig 13-1. Cutting height

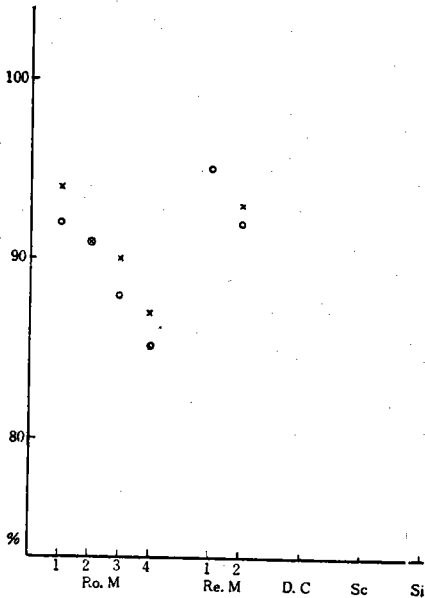


Fig 13-2. Efficiency of cutting width

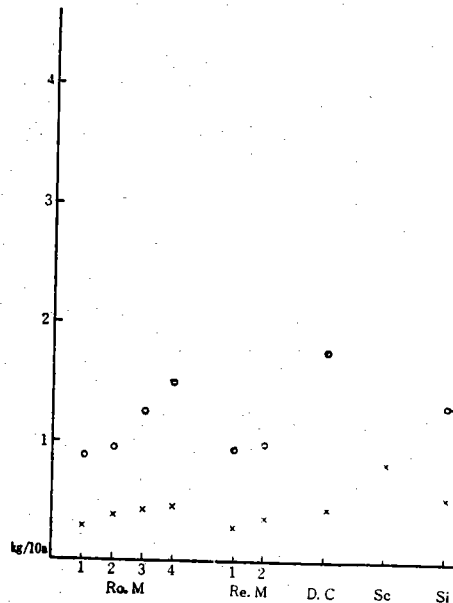


Fig 13-3. Cutting failures

O : Orchard grass X : Red clover Ro.M=Rotary mower Re.M=Reciprocating mower D.C=Portabledisc type cutter Sc=Scythe

Fig. 13. Cutting accuracies of testing models

높아졌다.

牧草의刈取高는 어느 程度가 좋겠는가 하는 問題는 刈取收量, 2番草, 3番草의 再生等に 미치는 影響이 있으므로 大端히 重要な 것 같다.

이것에 關해서는 많은 研究가 있었으나 그 研究 結果는 全部 다르며 一致하는 것이 거의 없다.

酒井⁽⁴⁾等에 依하면 5cm(低刈), 15cm(高刈)로 해서 試驗한 結果 年間 總乾物收量은 大差가 없었다고 報告한 바로 미루어 볼때 本實驗에서 나타난 刈取高도 年間 總生産收量에는 別差가 없을 것으로 思料된다.

Fig. 13-2에서와 같이 Rotary mower에서 刈幅率이 떨어지는 理由는 動力耕耘機의 運轉操作에 起因된다고 생각된다. Portable disc type Cutter, 人力用 器具는 作業者의 目測에 依한 것이기 때문에 他供試機와 對比하기는 困難하다.

Fig. 13-3에서 보는 바와 같이 未刈取量은 供試機 모두 作業速度가 增加함에 따라 약간 增加하는 傾向으로 나타났다.

이것은 作業速度가 빠르면 作業精度가 낮아진다는 것을 보여준 것이라고 생각되며, 특히 作業精度가 낮은 것은 牧草 낮이었다.

Rotary mower는 回轉式 刈取機構를 利用하여 刈取와 同時에 切斷된 牧草를 兩圓板 사이로 밀어내

어 耕耘機 後部로 내미는 作用을 해야 하기 때문에 圓板周圍에 排出板을 附着한 것은 大端히 效果의 이었다.

刈取날과 排出板의 位置는 作業精度에 크게 影響되므로 注意를 要한다. 即 排出板을 刈取날 보다 앞에 두면 刈取精度가 낮게 되므로 刈取날의 뒤에 位置하는 것이 作業精度도 좋고, 刈取性能도 좋았다.

이에 對하여 松山⁽⁵⁾等도 本研究와 一致되는 結果를 報告하였다. 또 刈取切斷長을 調査한 바 Table-10과 같다.

Table-10에서 보는 바와 같이 Rotary mower는 草長이 짧을수록 切斷長이 짧으며, 草長이 길수록 切斷長이 긴 傾向을 보이고 있으나 利用面에서는 何等의 支障이 없으며, Reciprocating mower와 Portable disc type Cutter 및 人力用器具에서는 草長이 길면 切斷長이 짧은 5cm 以下の 것이 增加되는 傾向을 나타냈으며, 作業精度는 낮이 가장 좋았다.

牧草가 倒伏된 경우도 Rotary mower는 Reciprocating mower에 比하여 適應度는 높으나 作業精度는 떨어진다.

Rotary mower를 除外하고 他 供試機는 草長이 길면 作業精度가 떨어지는 傾向을 나타냈다.

Table 10. Distributions of Cutting Heights of Testing Models in Connection With the Different Grass and its Heights

Grass Height (cm)	Variety	Orchard Grass					Red Clover																			
		30		60		90		120		150		30		60												
		~5	5~10	~5	5~10	~5	5~10	~5	5~10	~5	5~10	~5	5~10	~5	5~10											
Testing Models and Operating Speeds																										
	Rotary mower 1st stage	6.0	6.2	8.7	8.4	0.4	8.9	1.2	2.7	4.7	9.2	6.2	7.4	6.9	2.7	3.3	9.9	8.6	7.5	8.7	5.6	2.5	0	88.8		
	" 2nd stage	5.9	5.9	8.8	2.3	2.5	1.9	1.7	2.9	4.4	9.2	9.2	5.4	3.9	3.2	2.1	3.4	4.9	4.5	6.5	0.8	8.6	5.8	4.5	90.2	
	" 3rd stage	4.1	5.8	9.0	1.3	0.4	7.9	1.8	2.8	4.2	9.3	0	—	—	—	—	—	—	—	6.0	5.1	8.8	9.5	2.3	6	91.2
	" 4th stage	4.1	5.4	9.0	5.3	2.4	5.9	2.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Reciprocating 1st mower stage	2.1	3.5	9.4	4.2	2.3	6.9	2.3	0.3	8.9	3.2	3.2	4.1	9.2	7.3	5.4	2.9	2.3	3.3	5.3	8.9	2.7	3.6	3.9	92.5	
	" 2nd stage	2.2	3.4	9.4	4.2	2.3	5.9	3.2	7.3	7.9	3.6	3.2	4.4	2.9	2.6	3.4	3.9	2.3	3.3	4.3	8.9	2.8	3.5	3.8	92.8	
	Portable Disc type Cutter	3.2	3.5	9.3	3.3	3.3	7.9	3.0	3.0	4.9	9.2	1.4	8.5	0.9	2.5	2.3	5.8	2.3	5.3	8.9	2.7	3.6	3.9	92.5		
	Hay Scythe	2.2	4.3	9.3	5.2	4.4	7.9	2.9	2.5	4.8	9.2	7.2	8.5	1.9	2.1	2.9	6.1	1.9	1.0	2.5	4.5	5.9	3.0	2.8	4.6	92.6
	Sickle	1.2	4.2	9.4	6.1	3.4	3.9	4.1	1.8	4.5	9.3	5.1	8.4	8.9	3.4	2.1	4.9	3.0	2.0	4.8	9.3	2.3	3.4	3.9	92.8	

6. 收量調査

供試機別作業速度와 收量과의 關係는 Fig-14와 같다.

供試機別 Orchard Grass 刈取에 있어서는 Rotary

mower나 Reciprocating mower에서 다같이 作業速度가 增加하면 刈取收量은 一般으로 減어지는 傾向이다. 供試機中 Portable disc type cutter 및 낫의 刈取作業이 다른 供試機보다 草長에 關係없이 刈取收量이 많았다. 이것들의 收量이 많은 理由는 比

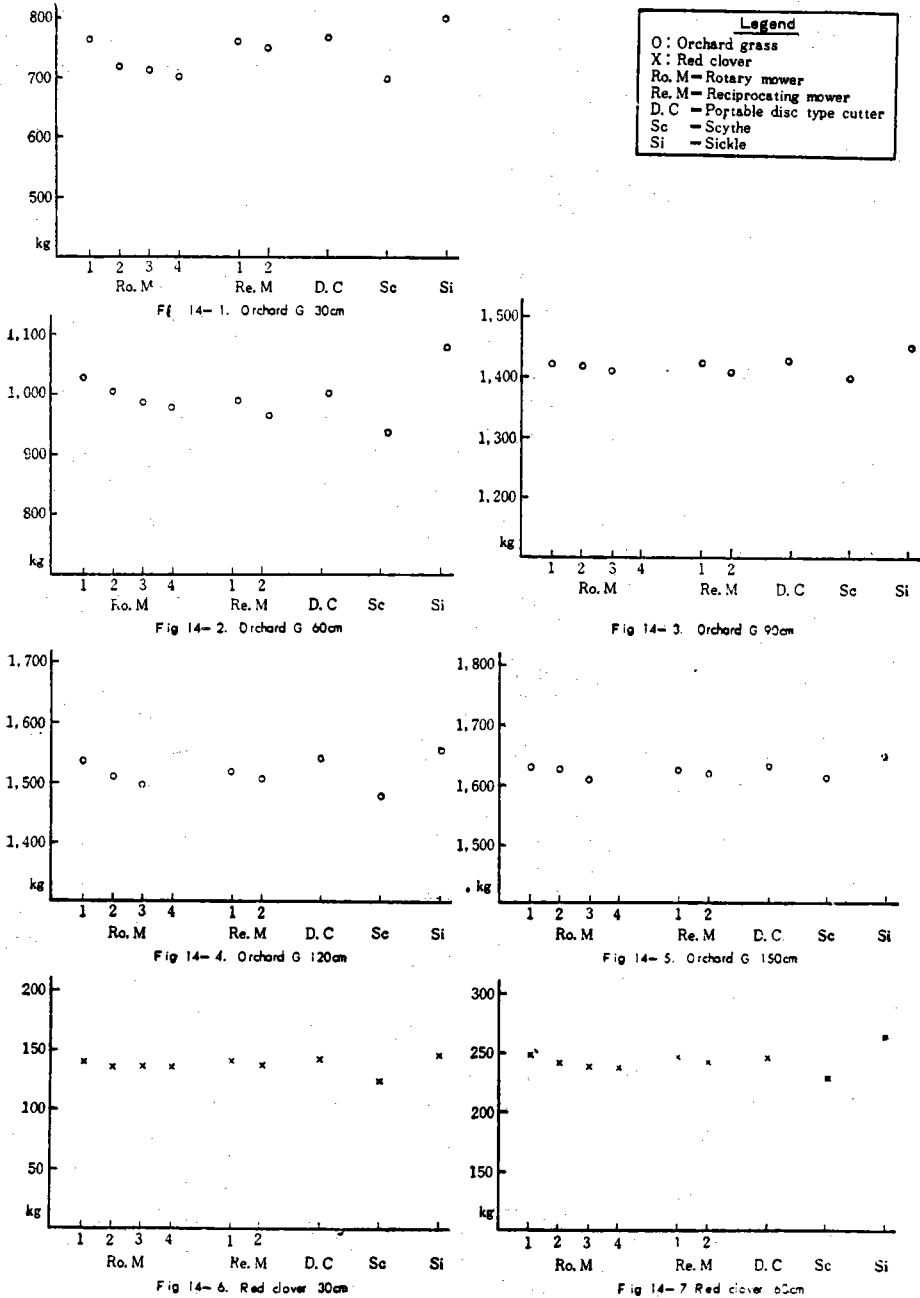


Fig. 14. Hay Amounts in Different Harvesting Method(kg/10a)

較的刈取高가 낮고 作業精度가 良好한데서 오는結果라고 본다.

供養機別 草長과 收量과의 關係는 Orchard grass, Red Clover 다 같이 Rotary mower나 Reciprocating mower 共히 作業速度가 增加함에 따라 收

穫量이 減少되는 現象을 나타냈다.

한便 松山²⁸⁾ (1971) 등의 試驗에서도 作業速度의 增加에 따른 刈取收量의 減少傾向을 보였으며, 이와 類似한 收量調査試驗은 여러사람에 依하여 研究^{28, 29, 30)}된 바 있다.

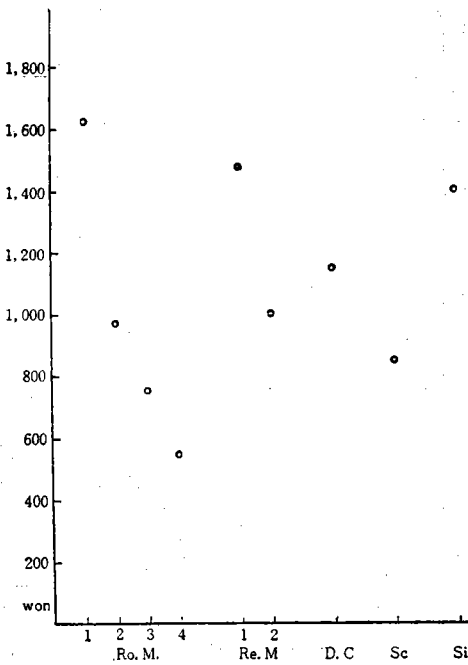


Fig 15-1. Assumption 1 (50hr)

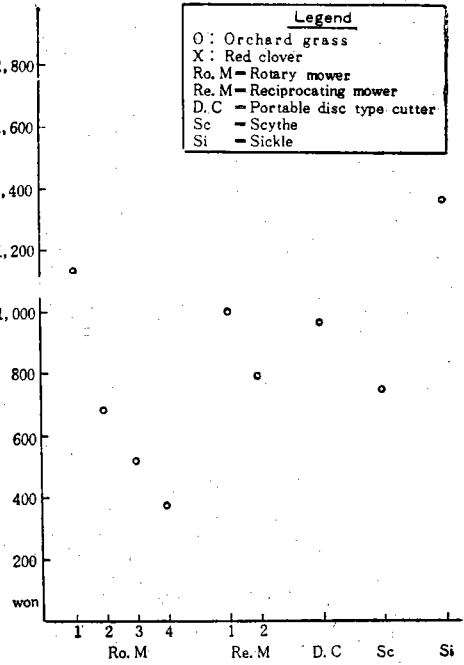


Fig 15-2. Assumption 2 (100hr)

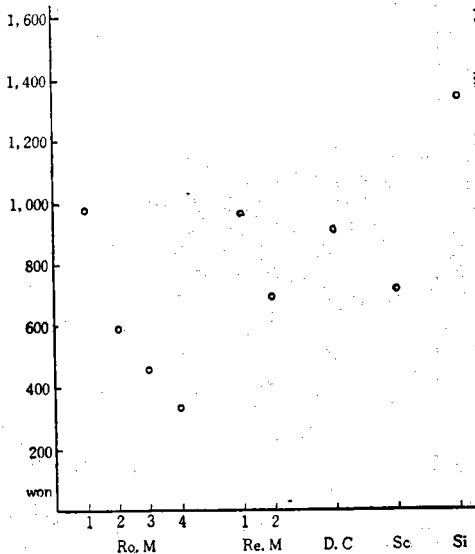


Fig 15-3. Assumption 3 (150hr)

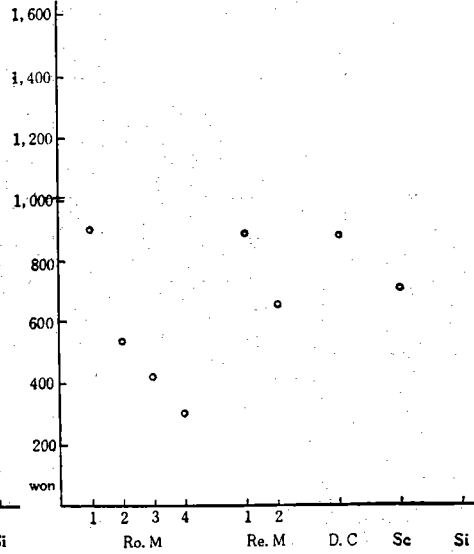


Fig 15-4. Assumption 4 (200hr)

Fig. 15.

Harvesting Cost for 10a

外國의 實驗成績은 大部分 Tractor에 依한 成績이나 速度增加에 따른 收量減少傾向은 一般으로 비슷하다.

7. 經濟性 分析

供試機別로 牧草刈取作業에 所要되는 經費를 檢討하기 爲하여 供試機別로 使用되는 機械의 年間使用時間을 假定하고 供試機別로 刈取作業能率은 Fig. 11의 Orchard Grass 刈取作業 所要時間으로 計算하였으며 其他 經濟性 分析은 資料에 依하여 太田²³⁾ (1979)의 公式를 引用하여 計算하였다. 이와 같이 分析檢討한 바 供試機別로 作業能率別 10a當 所要經費는 Fig. 15 (假定 1, 2, 3, 4)와 같다.

假定 1(50hr)의 경우 刈取作業에 있어서 經濟性이 높은 順序를 보면 Rotary mower 4速, 3速, 牧草낫, Rotary mower 2速, Reciprocating mower 2速作業, Portable disc type Cutter, 낫, Reciprocating mower 1速의 順序로 나타나 Rotary mower 3, 4速이 가장 經濟的이 있으며, Rotary mower 1速作業은 供試機中 가장 많은 經費가 所要된 것으로 나타났다.

假定 2(100hr)의 경우에서도 亦是 Rotary mower 4速, 3速作業이 가장 經濟性이 높았으며 假定1과는 달리 假定 2(100hr)에서는 牧草낫보다 Rotary mower 2速作業이 經濟性이 높게 나타나 供試機別로 經濟性 順位 3位로 되었고 낫을 使用하는 경우가 Rotary mower 1速作業時 보다도 많은 경비가 所要되어 供試機中 가장 非經濟的으로 나타났다.

假定 3(100hr)의 경우는 假定 4(200hr)의 경우와 同一한 傾向으로 Rotary mower의 4速作業과 3速作業 및 2速作業이 經濟的으로 優位를 나타냈고, 낫 刈取作業이 非經濟的으로 나타났다.

여기서 供試機別로 經濟的인 于先 順位는 Rotary mower(4, 3, 2速), Reciprocating mower, 牧草낫, Portable disc type Cutter 이고 가장 낮은 것은 낫 刈取作業이었다.

따라서 100hr 以上 使用의 경우에는 供試機中 Rotary mower 2, 3, 4速作業이 經濟的인 意味를 띠며 낫의 경우보다 約 2~4倍의 所要經費를 節約할 수 있는 것으로 推定된다.

V. 結 論

歐美各國에서는 牧草 收穫作業이 完全機械化 되어 있으나 우리나라에서는 人力用 낫에 依存하고 있

는 實情이다.

最近 外國에서 導入된 動力用 Mower는 小數의 大規模 牧場에 利用되는 程度에 不遇하며 農村勞動力의 減少로 農業 機械化가 急進的으로 推進되는 現國內實情을 勘案할때 牧草刈取作業의 機械化는 必然的 重要課題로 認定된다. 이에 小規模經營 畜產 農家の 牧草刈取作業의 機械化를 爲하여 經濟的으로 利用할 수 있는 動力耕耘機用 Rotary mower 를 製作하여 그 構造, 刈取適正周速度, 作業性能, 經濟性等을 檢討한 바 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 動力耕耘機用 Rotary mower의 左右兩側에 支持輪을 裝置하여 機體의 安全性을 圖謀하였다.

2. 草長이 긴 牧草를 收穫할 경우 Rotary mower의 回轉軸을 圓筒으로 保護하여 切斷된 牧草가 軸에 감기는 것을 防止하였다.

3. 刈取高 調節은 支持輪軸의 長이에 依하여 8段(2.5~20cm)으로 調整할 수 있게 하였다.

4. 回轉圓板의 一回轉 刈取깊이를 25mm로 하여 刈取 낫 1枚와 3枚를 附着한 경우 모두 最低切斷 可能周速度는 理論值보다 相當히 높은 값을 나타냈다.

5. 動力耕耘機로 Rotary mower를 運轉할 경우 刈取날의 周速度는 20~40m/sec까지 Enging의 回轉數에 따라 變化하였으며 適正作業速度에서의 刈取날 周速度는 25~35m/sec로 適合하였다.

6. Rotary mower의 10a當 作業所要時間은 1速에서 88.7min., 2速에서 54.6min., 3速에서 41.4min.이었으며 草長 90cm 以上의 경우 4速作業은 切斷된 牧草의 處理가 잘 되지 않아 實際作業이 困難하였다.

7. Rotary mower는 Reciprocating mower에 比하여 約 1.1~1.7倍, Portable disc type Cutter의 1.4~4.0倍, 牧草낫의 3.8~11.3倍, 낫의 7.4~22.0倍의 作業能率을 나타냈다.

8. 傾斜度 5° 以下는 刈取作業에 別差가 없으나, 20° 以上의 傾斜地에서는 登板作業은 可能하나 下降作業은 機體重量의 前部集中으로 因하여 困難하였다.

9. 作業速度가 增加함에 따라서 一般的으로 刈取高도 높아졌으며 刈取高가 一回刈取生産量에는 影響이 미치나 年間總生産量에는 大差가 없을 것으로 생각되며, 刈幅率은 83~94%이었고, 末刈取量은 作業速度가 增加됨에 따라 약간 增加하는 傾向을 보였다.

10. 供試機別로 經濟性 分析結果 經濟的인 于先 順位는 年間 100時間 以上 使用의 경우 Rotary mower (3, 2速), Reciprocating mower, 牧草낫, Portable

disc type cutter이고 가장 낮은 것은 낮이었다.

VI. 摘 要

本研究은 우리나라의 畜産 및 酪農은 大部分이 小規模의 零細經營으로 外國에서 高度로 發達된 高價의 畜産用 機械는 普及이 어려운 實情이므로 既히 畜産農家에서 많이 使用하고 있는 8~10ps의 動力耕耘機로 牧草 收穫作業을 할수 있는 附屬 作業機를 開發하여 動力耕耘機의 多角的인 活用을 圖謀함과 아울러 小規模 草地의 牧草 收穫作業을 機械化 시키는데 目的이 있다.

따라서 本實驗에서는 牧草收穫用 附屬作業機로 構造가 簡單하며 製作費가 低廉한 Rotary mower를 製作, 圃場實驗을 통하여 未備點을 補充, 改良 등을 反復하였으며, 基礎實驗으로 切斷날의 適正周速度를 究明하였고, 圃場實驗은 農業振興廳 畜産試驗場 飼料圃場에서 動力 및 人力用的 여러 小型 牧草收穫機 등을 供試機로 對比 實驗을 實行한 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 動力耕耘機用 Rotary mower의 左右兩側에 支持輪을 裝置하여 機體의 安全性을 圖謀하였다.
2. 草長이 긴 牧草를 收穫할 경우 Rotary mower의 回轉軸을 圓筒으로 保護하여 切斷된 牧草가 軸에 감기는 것을 防止하였다.
3. 刈取高 調節은 支持輪軸의 길이에 依하여 8段 (2.5~20cm)으로 調整할 수 있게 하였다.
4. 回轉圓板의 1回轉刈取 長이를 25mm로 하여 刈取 1枚와 3枚를 附着한 경우 모두 最低 切斷可能 周速度는 理論值보다 相當히 높은 값을 나타냈다.
5. 動力 耕耘機, Rotary mower를 運轉할 경우 刈取날의 周速度는 20~40m/sec까지 Engine의 回

轉數에 따라 變化하였으며 適正作業速度에서의 刈取 周速度는 25~35m/sec로 適合하였다.

6. Rotary mower의 10a當 作業所要時間은 1速에서 88.7min., 2速에서 54.6min., 3速에서 41.4 min.이었으며 草長 90cm以上の 경우 4速作業은 切斷된 牧草의 處理가 잘 되지않아 實際 作業이 困難하였다.

7. Rotary mower는 Reciprocating mower에 比하여 約 1.1~1.7倍, Portable disc type Cutter의 1.4~4.0倍, 牧草날의 3.8~11.3倍, 낮의 7.4~22.4 倍의 作業能率을 나타냈다.

8. 傾斜度 5°以下는 刈取作業에 別差가 없으나, 20°以上の 傾斜地에서는 登坂作業은 可能하나 下降 作業은 機體重量의 前部 集中으로 因하여 困難하였다.

9. 作業速度가 增加함에 따라 一般적으로 刈取高도 높아졌으며 刈取高가 一回刈取 生産量에는 影響이 미치나 年間總生産量에는 大差가 없을 것으로 생각되며, 刈幅率은 83~94%이었고, 未刈取量은 作業速度가 增加됨에 따라 약간 增加하는 傾向을 보였다.

10. 供試機別 經濟性 分析結果 經濟的인 于先 順位는 年間 100時間以上 使用의 경우 Rotary mower(3, 2速), Reciprocating mower, 牧草날, Portable disc type cutter이고 가장 낮은 것은 낮이었다.

以上の 實驗結果를 綜合해보면 試驗製作한 Rotary mower는 構造, 性能, 利用, 經濟性으로 보아 他小型 專用 牧草收穫機에 比하여 實用性이 높으므로 小規模 養畜農家는 勿論 畜産兼業農家의 牧草收穫機로 利用價値가 있다고 생각되며, 우리나라의 畜産 振興에 寄與하게 될 것으로 期待된다.

參 考 文 獻

1. Brougham, R. W : (1956). Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Aust. J. Agric. Res. 7. 377~387.
2. C.W. Suggs and C.F. Abrams : (1972). Automatic hydraulic height control mechanism for rotary cutting harvesting equipment, Trans. ASAE (N. 15) A 15(3), 428~434.
3. 崔圭洪, 孫洛律 : (1973). 野山開發農地의 機械化作業效率增進에 관한 研究, 韓國農工誌. (54), 73~82.
4. 大韓畜産振興會, 美國飼料穀物協會韓國支部 : (1974)., 草地便覽. (서울) 25~29.
5. 大根田 襄, 唐橋 需 : (1966). フレルモーアによる乾草製調試驗, 北海道農試研報. 33(10), 25~28
6. 大泉久一, 渡邊 潔, 桂 勇, 關村 榮 : (1965). オーチャドダラスの生育に及ぼす 刈取高さ의 影響, 日草誌 11. 212.
7. 江崎春雄 : (1954). 刈取機의 研究と實際, 第一部, 新農林社(東京). 5~15.

8. 江崎春雄：(1955). 刈取の研究と實際，第三部 新農林社(東京). 50~80.
9. 江崎春雄：(1954). 刈取機の研究と實際，上卷. 新農林社(東京). 10~20.
10. 江崎春雄：(1955). 刈取機の研究と實際下卷 新農林社(東京). 53~85.
11. 江崎春雄：(1970). バインダとコンバイン. 日農圖株(東京) 80~150.
12. Farm mechanization and Buildings : (1968). 20(221). 24~25.
13. Farm mechanization and Buildings : (1968). 20(228). 30.
14. 北海道農試研報：(1971). 草地酪農型飼料生産技術體系. 60.
15. 廣瀬又三郎：(1964). 牧草地の 草生維持に有効な刈取りの方法，畜産試験場年報 152~166.
16. 廣瀬又三郎，櫻井茂作，眞田 雅， 態井清雄：(1960) 人工草地の草生維持に關する研究，第二報，關東東山農試研報，16. 233~251.
17. 藤井甚作，米内山昭和，西澤憲次，山本利策，齊藤振雄：(1959). ハイコンテジヨナー處理による乾草調製上の効果，畜産の研究. 13(10). 1251~1252.
18. 林英夫，木島浩三：(1971)., イタリアンライグラスの栽培法に關する研究，V. 刈取の高さに關する試験，中國農試報告，2(3)
19. ILK：(1969). PZ Cyclomower (industrial grass mower, Rotary), CM-4type, Test report No. 417.
20. J.H. McClelland, R.E. Spielren：(1958), A study of some design factors affecting the performance of mower knives. J. Agric. Engin. Res. 3(2), 137~145.
21. John W. Litherland, Roger R. Yoerger：(1969). Material movement in a rotary mower, Argic. Engine. January, 26.
22. 小泉武紀，鈴木道夫，坂本 隆，上月和文：(1971). 電動刈拂機のたわみ固有振動數，第1報，日農機誌，32(4). 296~301.
23. 黒岩裕監修太田考：(1969). 畜産機械と施設，新農林社，(東京). 327~343.
24. 九州農試畜産部：(1954). テオジントの 刈取高さに關する試験 1953年 冬作試験成績(print)
25. L.E. Elfes：(1954). Design and development of a high speed mower Agric. Engin. 35(3) 147~153.
26. 松田良一，江崎春雄：(1962). 穀物加工と飼料調製機，新農林社，(東京)，45~50.
27. 松山龍男：(1973). 草地酪農の作業と機械施設，第1回 牧草の刈取り 壓碎作業. 機械化農業. No. 4, 91~97.
28. 松山龍男，大根田 襄，唐橋 需：(1971). 牧草刈取りにおけるロタリモアの作業性能とその利用法，畜産の研究. 25(8), 1237~1242.
29. 松山龍男，大根田 襄，唐橋 需：(1971). ロータリモアの作業性能，北海道農試彙報，No. 98, 80~88.
30. 松山龍男，中川西弘之，澤村 浩，萩野正作：(1963). 大型トラクタによる 牧草收穫調整作業の考察，日草誌 9(1), 2~8.
31. 松居勝廣，高畑英彦，宮本啓二，伊藤道秋：(1966). フレルモアの特性について，日農機誌. 27(3). 172~175.
32. 中村三代吉：(1966). フォレル型オレンジハベスタの汎用性について，日草誌. 12(2). 105~115.
33. 中川西弘之，天野憲典，安養寺久男：(1969). 傾斜地における乾草調製作業に關する試験，日農試山地支場，作業技術研究室. 325~340.
34. 中川西弘之，天野憲典，糸川信弘：(1971). 耐傾斜性能に關する試験. 日本草地試験場 山地支場，作業技術研究，399~420.
35. 農林部：(1972). 農業機械年鑑 (서울) 234~236.
36. 農業機械學會編：(1969). 農業機械ハンドブック，コロナ社，740~773.
37. 日本農林省農事試験場畑作部：(1965). 大規模機械化畑作酪農における總合技術組立 試験成績書，(東京)
38. 我妻信六，加藤三郎，川村正夫，大元良晃：(1967). シリンダ型およびフレル型フォレジハベスタの性能について，日草地. 12(4). 248~253.
39. R. Q. Hephherd, P. Hebblethwaite：(1959). A Comparison of the field performance of forage harvester mechanisms. J. Agric. Engin. Res. 4(1). 37~52.
40. R. C. R. Johnston：(1959). Crop behaviour during mowing. J. Agric, Engin 4(3), 193~203.
41. Reid, D.：(1959). Studies on the cutting

- management of grass-clover swards (I). J. Agric. Sci. 53. 299~312.
42. Reid, D.:(1962). Studies on the cutting management of grass-clover swards (II). J. Agrice, Sci. 59. 359~368.
43. Robert, A. Kepner:(1952). Analysis of the cutting action of a mower. Agric. Engin. 33 (11). 663~697.
44. 酒井 博, 川鍋祐天, 藤原勝見, :(1969). オチヌードグラス 草地の乾物生産と生産過程, 日草地 15(3), 206~212
45. 澤村 浩, 松山龍男:(1962), 機械による牧草の簡易壓傷乾燥法, 日草誌, 8(3). 225~227.
46. Sprague, V.G. and Garber, R.J. :(1950). Effect of time and height of cutting and nitrogen fertilization on the persistence of the legume and production of orchard grass ladino clover and bramgrass ladino associations. Agron. J. 42, 586~614.
47. 田垣住雄:(1959). 草地改良機械作業 の実績と観察, 日草誌. 5(1), 4~11.
48. 土居原一三, 唐橋 需:(1969), 乾草用作業機械と機械化生産體系. 機械化農業. 10 40~45.
49. 渡邊 潔, 桂 勇, 關村 榮, 態野誠一:(1968)施肥ならびに刈取管理が混播牧草の生産土壌の化學性におよぼす影響, 第1報牧草の生育におよぼす土壌改良, 窒素肥料の種類ならびに刈取高さの影響, 東北 農試研報. 36, 97~111.
50. 渡邊 潔, 桂 勇, 關村 榮, 大泉久一:(1969), オチヌードグラスの再生長 に及ぼす刈取り高さと生育季節の影響, 日草誌. 15(1), 16~20.
51. W.E. Klinner:(1961), A trial to determine the hay yields obtained by using conventional haymaking machinery and flail-type forage harvesters. J. Agric. Engin. Res. 6(4) 315~318.
52. 山田茂夫, 安水賢吾, 置鹽席之, 岸本基男:(1973). 平坦地ならびに傾斜地牧野におけるフレジハーベスタの性能, 兵庫農試研報. (Go37). 20. 153~156.
53. 山脇三平, 三材和男, 平松 修, 猪内正雄:(1966). トラクタロタリカッタの傾斜地刈拂い性能, 日林誌, 48(7), 280~292.
54. 横山偉和夫:(1961). ファイルチョップハに関する試験, 日農機誌. 23(1), 23~26.

APPENDICES

Appendix 1. Relations of critical rotor speed and traveling speed (1 Blade).

Traveling speed (m/sec)	Cutterspeed(m/sec)									
	4.2	8.7	12.5	16.7	20.9	25.1	29.3	33.4	37.6	41.8
0.1		63	97	100	100					
0.2		52	89	100	100					
0.3			82	95	100	100				
0.4				71	92	98	100	100		
0.5					62	91	99	100	100	
0.6						70	92	100	100	
0.7							69	94	100	
0.8										
0.9										

Appendix 2. Relations of critical rotor speed and traveling speed (3 Blades).

Traveling speed (m/sec)	Cutter speed(m/sec)									
	4.2	8.7	12.5	16.7	20.9	25.1	29.3	33.4	37.6	41.8
0.1	93	100	100							
0.2	85	100	100							
0.3	72	100	100	100						
0.4	63	94	100	100						
0.5	63	82	100	100						
0.6		78	93	100	100					
0.7		65	87	100	100					
0.8		55	82	97	100					
0.9			78	92	100					

Appendix 3. Critical cutter speed in accordance with different traveling

Operating speed	Engine (rpm)	Traveling speed(m/sec)	Cutter speed (m/sec)
1st stage	920	0.174	19.23
	1,100	0.217	22.99
	1,300	0.254	27.17
	1,400	0.270	29.26
	1,500	0.286	31.35
	1,800	0.316	37.62
2nd stage	1,170	0.330	24.45
	1,300	0.370	27.17
	1,400	1.400	29.26
	1,500	0.422	31.35
	1,800	0.508	37.62
3rd stage	1,200	0.517	25.08
	1,300	0.588	27.17
	1,400	0.625	29.26
	1,500	0.667	31.35
	1,800	0.810	37.62

4th stage	900	0.612	18.81
	1,000	0.660	20.90
	1,100	0.750	22.99
	1,200	0.820	25.08
	1,300	0.880	27.17
	1,400	0.967	29.26
	1,500	1.050	31.35
	1,600	1.090	33.44
	1,700	1.150	35.53
	1,800	1.200	37.62
	1,900	1.270	39.71
	2,000	1.360	41.80

Appendix 4. Harvesting time Requirements for 10a in accordance with Kinds of Grass and Grass heights.

unit: min./10a

Model	Kinds of grass	Orchard grass					Red clover			
		Grass heights						Working speed		
		30cm	60cm	90cm	120cm	150cm	Average	30cm	60cm	Average
Rotary mower	1st stage	81.5	82.0	84.5	89.4	95.0	86.5	79.2	80.2	79.7
"	2nd stage	48.2	51.4	53.5	59.5	63.2	55.2	47.3	48.0	47.7
"	3rd stage	41.0	42.8	43.5	46.2	—	43.4	40.2	40.0	40.1
"	4th stage	29.2	30.4	—	—	—	29.8	27.1	27.6	27.5
Reciprocating mower	1st stage	80.2	82.2	84.2	85.0	—	9.9	75.4	74.2	74.8
"	2nd stage	57.1	58.6	60.5	61.2	—	59.4	55.7	55.5	55.6
Portable disc type cutter		115.5	120.4	128.5	131.4	134.2	126.0	110	112.3	111.2
Hay scythe		310.2	320.5	330.4	350.4	372.7	336.8	300.8	305.2	303.0
Sickle		601.4	625.2	662.5	695.4	708.3	658.6	512.2	560.5	536.4

Appendix 5. Performance variation in different Slope of Test plots

unit: min./10a

Model	Working speed	Test plots			
		0°~5°	5°~10°	10°~15°	15°~20°
Rotary mower	1st stage	89.4	95.0	105.4	118.5
"	2nd stage	59.5	63.1	68.2	74.5
"	3rd stage	46.2	45.8	56.5	—
"	4th stage	—	—	—	—
Reciprocating mower	1st stage	85.0	86.5	92.0	115.2
"	2nd stage	61.2	63.0	67.5	100.5
Portable disc type cutter		131.4	128.2	132.5	142.5
Hay scythe		350.4	365.4	380.4	420.2
Sickle		695.7	698	700.2	710.2

※ Average grass height: 120cm

Appendix 6.

Cutting accuracies of Testing models

Model	Items	Cutting height (cm)		Efficiency of cutting width(%)		Cutting failure for 10a (g)	
		Orchard	Red Clover	Orchard	Red Clover	Orchard	Red Clover
Rotary mower	1st stage	7.2	5.2	92	94	870	298
"	2nd stage	8.3	6.1	91	91	935	372
"	3rd stage	11.2	7.8	87	90	1,230	432
"	4th stage	15.2	9.8	83	87	1,500	458
Reciprocating mower	1st stage	7.5	5.2	95	95	930	287
"	2nd stage	7.8	5.5	92	93	988	370
Portable disc type cutter		8.2	6.1	—	—	1,750	420
Hay scythe		15.1	7.2	—	—	4,200	820
Sickle		6.2	3.5	—	—	1,300	320

Appendix 7

Hay amounts in different harvesting methods

Unit: kg/10a

Model	Items	Hay amounts (kg/10a)						
		Orchard grass					Red clover	
		30	60	90	120	150	30	60
Rotary mower	1st stage	760.4	1,028.4	1,420.5	1,536.2	1,630.5	140.8	245.8
"	2nd stage	720.5	1,000.5	1,415.5	1,510.8	1,628.4	138.5	240.7
"	3rd stage	710.8	987.5	1,410.8	1,500.5	1,610.2	136.2	240.0
"	4th stage	700.6	977.4	—	—	—	135.5	239.5
Reciprocating mower	1st stage	762.8	1,010.2	1,420.2	1,520.5	1,625.4	140.6	246.8
"	2nd stage	755.4	987.4	1,410.4	1,505.6	1,620.2	138.6	242.5
Portable disc type cutter		769.5	1,020.8	1,428.5	1,540.2	1,635.4	142.4	248.2
Hay scythe		700.6	957.4	1,400.5	1,480.5	1,610.2	124.6	230.4
Sickle		805.6	1,100.8	1,150.2	1,558.2	1,654.2	145.5	252.6

Appendix 8.

Harvesting cost for 10a

Model	Items	Assumption				
		1	2	3	4	
		Performance(a/hr)	Working speed	Working speed	Working speed	
Rotary mower	1st stage	6.7	1,623.28	1,128.95	983.88	904.30
"	2nd stage	11.0	979.28	686.64	593.87	545.68
"	3rd stage	14.4	755.28	525.28	457.78	420.63
"	4th stage	20.0	543.80	378.20	329.60	302.85
Reciprocating mower	1st stage	7.2	1,581.11	1,092.50	963.61	899.30
"	2nd stage	10	1,066.40	786.60	693.80	647.30
Portable disc type cutter		5	1,157.40	973.60	912.80	866.80
Hay scythe		1.8	840.55	753.33	725.00	710
Sickle		0.9	1,403.11	1,368.22	1,356.66	1,350.77

Appendix 9.

Basic Data for economic evaluation

Model	Purchasing Price	Salvage cost	Life in use year	Annual interest (year)%	Repair cost Per hour (%)	Fuel cost Per hour won/hr	Remarks
Rotary mower	50,000	5,000	5	9	0.052	5	Kerecence 76won/l
Recipro mower	40,000	4,000	5	"	0.052	10	Gasoline 185.50won/l
Portable Disc type Cutter	15,000	15,000	5	"	0.052	3	Engine oil 520won/l
Hay Scyth	1,500	—	1	—	—	—	Grease 5,000won/15kg
Sickle	1,300	—	1	—	—	—	Personal expenditure
Power tiller	450,000	4,500	5		0.0053	190	1. Operator 1,000won/5hr
Tiller	250,000	25,000	5	"	0.0053	270.75	
Knapsack mist Blower	50,000	5,000	5	"	0.0522	157.98	2. Hand implement 1,000won/8hr

Appendix 10. Assumption of yearly operating hours for economic evaluation

Model	Assumption	I	II	III	IV
Rotary mower	Power tiller	250hr	500hr	750hr	1,000hr
	Rotary mower	50	100	150	200
Reciprocating mower	Garden tractor	100	200	300	400
	Reciprocating mower	50	100	150	200
Portable Disc type cutter	Knapsack Mist Blower	100	200	300	400
	Disc cutter	50	100	150	200
Hay Scythe	—		100	150	200
Sickle	—	50	100	150	200